circuiti per gli amatori CB

contiene guida all'acquisto

richard zierl

biblioteca tascabile elettronica

31

franco muzzio & c. editore

adattatore d'antenna, rosmetro, frequenzimetro digitale

biblioteca tascabile elettronica

coordinata da Mauro Boscarol

31

franco muzzio & c. editore

Richard Zierl

circuiti per gli amatori CB

Adattatore d'antenna, rosmetro, wattmetri, provaquarzi, frequenzimetro digitale

Con 43 figure nel testo e 10 foto su 4 tavole

franco muzzio & c. editore

Circuiti per gli amatori CB

1. È divertente trasmettere in Citizen Band ...

Molti CB si sentono più tranquilli quando possono adattare l'antenna della loro stazione al trasmettitore grazie all'ausilio di un rosmetro. Essi riescono a captare allora stazioni molto più lontane con buona comprensibilità, e anche la portata della loro stazione risulta maggiore.
I nostri apparecchi devono essere tarati e regolati alla perfezione, in modo che trasmettere sia divertente anche quando un grande numero di amici entra in ruota. Sovramodulazione, frequenza di trasmissione non esatta, potenza RF eccessiva sono tutti fattori che danno luogo a notevoli disturbi in banda 11 m. Soltanto se si rispettano scrupolosamente le norme vigenti, la CB sarà divertente anche in futuro, quando il numero degli operatori di stazione aumenterà: la CB, oltre ad essere utilizzata tradizionalmente durante il tempo libero (regate, competizioni ciclistiche e motociclistiche, rallies, passeggiate, scalate, ecc.) apre anche nuove possibilità nell'ambito di talune attività lavorative (una coppia di ricetrasmettitori CB facilita il lavoro agli operai nei cantieri edili e in altre attività come la posa di cavi, l'installazione di antenne ecc.).
Per tutti questi scopi sono presenti sul mercato svariati tipi di apparecchi ricetrasmittenti. Tutti gli apparecchi omologati garantiscono il rispetto delle norme vigenti (almeno finché non vengono manomessi). Tuttavia l'omologazione non garantisce certo una ricezione e una trasmissione di buona qualità. È particolarmente importante un corretto adattamento dell'antenna all'uscita dell'apparecchio. Per ottenere il corretto adattamento è necessario un adattatore d'antenna, descritto nel cap. 3, e un rosmetro, che viene descritto nel cap. 4.

Questo libro si propone di presentare dei circuiti e di descriverne la costruzione. In tal modo il lettore viene introdotto quasi per gioco nel necessario retroterra tecnico della CB e può così dedicarsi al proprio hobby con maggior competenza, divertendosi anche di più.
Naturalmente tutti gli strumenti di misura qui descritti si possono comperare negli appositi negozi; essi non sono certo a buon prezzo e acquistando due o tre apparecchi è possibile spendere una cifra pari a quella necessaria all'acquisto di una stazione fissa o mobile completa.
Questo libro viene in aiuto all'operatore CB. Esso descrive apparecchi adatti alla stazione, che, autocostruiti, hanno un costo minimo, rispetto ad apparecchi acquistabili già montati. Le descrizioni sono molto semplici, e tali che anche un principiante può costruire il circuito e farlo funzionare correttamente.

1.1 Consigli

In questo libro passeremo in rassegna molti principi che stanno alla base della tecnica ad alta frequenza e in particolare della trasmissione. Tutto quello che impareremo, non deve però indurci a manipolare i nostri ricetrasmettitori in modo da trasgredire le norme relative alle trasmissioni CB. In questo caso la licenza di trasmissione decade immediatamente, ossia si va incontro ad una punizione a termini di legge se si usa un ricetrasmettitore modificato.
Indipendentemente dai risvolti legali che una simile manomissione può avere, si possono arrecare danni a persone che con la CB non hanno nulla a che fare. È possibile, ad esempio, sovraalimentare un ricetrasmettitore per uso mobile, in modo da "ricavarne" più dei 5 W consentiti; tuttavia, ad un limitato aumento di potenza corrisponde uno sproporzionato aumento delle armoniche del trasmettitore. Queste armoniche possono andare ad interferire con

effetti disastrosi con servizi di pubblica utilità (polizia, aeroplani ecc.).
Anche se si cambia tipo di microfono o se si modifica l'amplificatore di bassa frequenza del ricetrasmettitore, si può variare la percentuale di modulazione. In questo modo, non solo viene a diminuire la comprensibilità della stazione, ma questa produce interferenze e disturbi sui canali adiacenti. Pertanto ci si deve abituare all'idea di non fare modifiche o manomissioni a casaccio. In caso di dubbio è bene ascoltare il consiglio di un esperto (p. es. di un teleriparatore).

2. Antenna “home made”

L’antenna, per quanto insignificante possa sembrare, è invece determinante per la portata di un ricetrasmettitore, ed è delle antenne che ci occuperemo in questo capitolo. La costruzione di un’antenna adatta alle trasmissioni CB è oltremodo semplice e può essere intrapresa facilmente dall’operatore della stazione CB. Inoltre l’autocostruzione può essere interessante, perché comporta un notevole risparmio di denaro. Un’antenna commerciale, con caratteristiche elettriche paragonabili a quella descritta qui di seguito, ha un prezzo 10 o 20 volte il costo dei materiali impiegati. Prima di prendere in esame la costruzione dell’antenna ne analizziamo brevemente il funzionamento.

2.1 Come funziona un’antenna?

Le *antenne* adatte a funzionare in CB sono schematicamente costituite da un conduttore di lunghezza opportuna disposto verticalmente. Quanto più l’antenna è montata in alto rispetto al livello del terreno, tanto maggiore è la sensibilità del complesso antenna-ricevitore. Il collegamento tra l’antenna e il ricetrasmettitore avviene con un opportuno cavo schermato; tutto ciò permette il collegamento con altre stazioni.
Come avviene il collegamento tra due stazioni ricetrasmittenti e quali principi stanno alla base di questo fenomeno?
Il collegamento via etere tra due stazioni ricetrasmittenti ha luogo grazie alle onde elettromagnetiche, dette anche “onde radio”. Osserviamo la Fig. 2.1. Il trasmettitore fornisce all’antenna una tensione ad alta frequenza, che mette in vibrazione gli elettroni contenuti nel corpo metallico dell’antenna. Per frequenza si

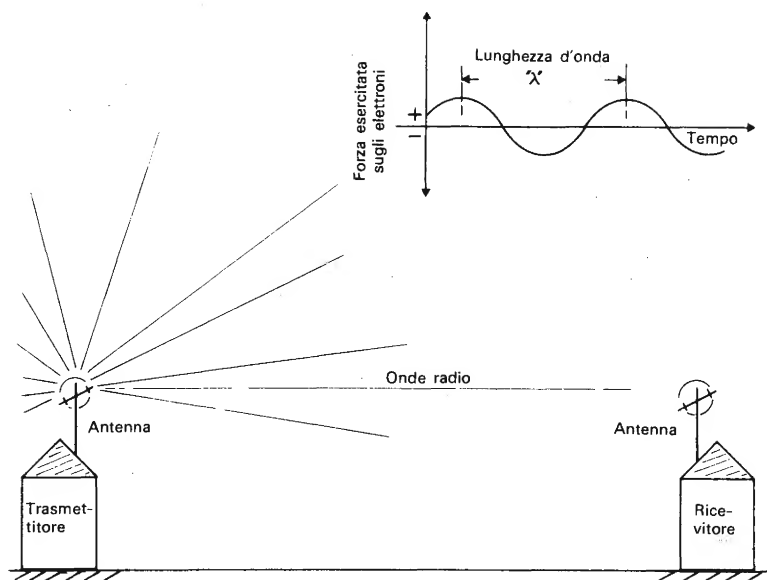



Fig. 2.1. Propagazione delle onde elettromagnetiche.

intende il numero di periodi al secondo. Gli elettroni che vibrano nell'antenna generano nell'etere un campo di forza, costituito appunto dalle onde elettromagnetiche. Queste onde esercitano una forza sugli elettroni di qualunque conduttore elettrico che raggiungano; per questo è stata usata è l'espressione "campo di forze". Il campo di forze generato dall'antenna trasmittente oscilla con frequenza uguale a quella della corrente ad alta frequenza nell'antenna. Esso si muove uniformemente dipartendosi dall'antenna in tutte le direzioni; la velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche è la più alta in natura e precisamente quella della luce (300.000 km/s). Quando l'onda radio va a cadere su un'antenna ricevente, il campo di forze mette in vibrazione gli elettroni dell'antenna. Naturalmente questa vibrazione degli elettroni non è così marcata come quella che si verifica nell'antenna trasmittente,

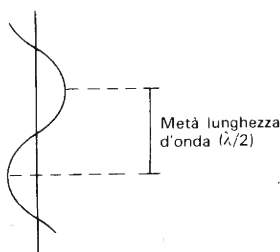



Fig. 2.2. Antenna a metà lunghezza d'onda.

perché soltanto una piccola parte dell'energia irradiata va a incidere sull'antenna ricevente. Gli elettroni in vibrazione nell'antenna ricevente danno luogo a una tensione ad alta frequenza, che viene amplificata e resa udibile dal ricevitore. Questa è appunto l'ultima fase del processo di trasmissione-ricezione.
La Fig. 2.1 illustra un concetto molto importante nel campo delle comunicazioni via radio, e precisamente quello di *lunghezza d'onda*. Si tratta del percorso compiuto da un'onda durante un periodo. La Fig. 2.2 mostra che data un'antenna di lunghezza uguale a metà lunghezza dell'onda che si vuole ricevere, su di essa agiscono tutte le parti di un'onda, sia la metà decrescente a zero sia la metà crescente in senso negativo. In questo modo l'antenna può prelevare tutta l'energia possibile dall'onda radio. Se si accorcia l'antenna, solo una parte dell'energia irradiata viene prelevata e la tensione del segnale in antenna è pertanto minore. Vediamo più in dettaglio il funzionamento dell'antenna $\lambda/2$ (λ = lunghezza d'onda). Dalla Fig. 2.3 si desume che ai capi dell'antenna $\lambda/2$ vi è un massimo di tensione in entrambi i casi (vi è un massimo posi-

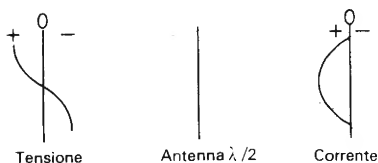
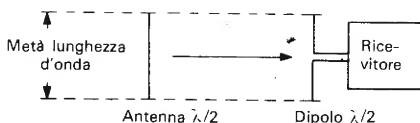



Fig. 2.3. Distribuzione della tensione e della corrente in un'antenna $\lambda/2$.

Fig. 2.4. Dall'antenna $\lambda/2$ al dipolo $\lambda/2$.

tivo nella parte superiore e uno negativo in quella inferiore). Tra questi due punti vi è una differenza di potenziale, che nella banda CB può assumere valori da qualche microvolt ad alcuni millivolt. La distribuzione di corrente sull'antenna $\lambda/2$ è invece diversa. Vi è un massimo a metà dell'antenna; alle due estremità c'è un minimo di corrente: là non fluisce alcuna corrente. È possibile utilizzare il massimo nella distribuzione di corrente che si trova a metà antenna. Basta dividere l'antenna in due, come mostra la Fig. 2.4, facendo passare la corrente attraverso l'ingresso del ricevitore; il circuito si chiude, quindi, attraverso la resistenza d'ingresso del ricevitore. L'antenna $\lambda/4$ è diventata un dipolo $\lambda/4$. Ciascun ramo di quest'antenna è lungo $\lambda/4$. Tutti conosciamo il *dipolo*, che costituisce la stragrande maggioranza delle antenne fisse per FM e per TV; il dipolo ricevente per televisione è di tipo leggermente diverso, ossia piegato (le estremità del dipolo sono collegate tra loro tramite un conduttore), ma in linea di principio esso è uguale a un dipolo $\lambda/2$ interrotto nel suo mezzo. In FM e TV è possibile impiegare dipoli $\lambda/2$ di dimensioni accettabili, a causa della ridotta lunghezza d'onda da ricevere. La lunghezza d'onda della CB, invece è attorno agli 11 m. Un dipolo $\lambda/2$ non sarebbe certo molto pratico. Vi è tuttavia la possibilità di risparmiare la metà inferiore del dipolo $\lambda/2$, se al suo posto si impiega la terra. Il collegamento di terra dev'essere eseguito vicino all'estremo inferiore dell'antenna $\lambda/4$ così costruita. Questo può essere realizzato molto bene per antenne installate all'aperto o sul tetto dell'automobile, mentre può essere fatto meno bene per antenne installate nel tetto di casa. Per questo si impiega una specie di terra artificiale, costituita dai radiali, posti all'estremità inferiore dell'antenna, e più o meno paralleli alla superficie terrestre. I radiali, quindi, fungono da terra artificiale e sostituiscono la metà inferiore del dipolo $\lambda/4$ (Fig. 2.5).

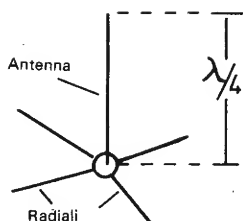



Fig. 2.5. Antenna λ/4 con i radiali.

Dopo questi chiarimenti sulle antenne, prendiamo in esame la costruzione pratica dell'antenna.

2.2 Costruzione dell'antenna λ/4

L'antenna, la cui costruzione è descritta qui di seguito, è adatta per essere installata sul tetto o nel giardino di una casa. È chiaro che vi è il pericolo di caduta fulmini e questo va tenuto presente. La cosa migliore da fare è chiedere ad un installatore di antenne, dopo l'installazione dell'antenna per la CB, di collegarla a un parafulmine o, comunque, di intervenire in modo da scongiurare questo pericolo.
Un efficace sistema di protezione consiste nel collegare un deviatore per correnti forti all'estremità inferiore della discesa d'antenna, in modo da poter collegare l'antenna a terra in caso di temporale. Il collegamento di terra è costituito da un filo di rame del diametro di 3 mm, collegato al parafulmine della casa. In tal modo, durante i temporali, l'antenna è collegata elettricamente al parafulmine.
Si deve tener presente anche che l'antenna va installata ad una certa distanza dai fili del telefono o da eventuali cavi dell'alta tensione. La distanza da scegliere è quella che non permette all'antenna, se per caso questa si spezza, di andare a toccare i fili del telefono o i cavi dell'alta tensione: è sufficiente che vi sia una distanza di almeno 5 m tra l'antenna e i cavi. La Fig. 2.6 mostra le varie parti dell'antenna λ/4. Il tutto è costituito da un palo d'antenna

(1), alla cui estremità superiore è fissato il supporto dell'antenna (3). A questo ultimo è fissato lo stilo dell'antenna (4); vi sono ancorati anche i quattro radiali (8). Il cavo coassiale (6) (a causa della bassa attenuazione introdotta è adatto il tipo RG 213 U, con impedenza di 50 Ω) ha il compito di far giungere il segnale d'antenna all'ingresso del ricevitore. Ulteriori particolari per quanto riguarda il sistema di fissaggio dello stilo e dei radiali, si possono desumere dalla Fig. 2.6.
La prima operazione da fare è forare il supporto dell'antenna con gli opportuni fori passanti e relative svasature per le viti di fissaggio dello stilo, del cavo coassiale e dei radiali. Da ultimi si praticano i fori per i collarini che fissano il supporto dell'antenna al relativo palo. Si fissano indi il cavo d'antenna ed i radiali.
La calza schermata del cavo d'antenna ed i radiali vanno saldati al collare di fissaggio del cavo (6 mm di diametro); poi vengono avvitati con la vite di ottone (7). Lo stilo va fissato con tre collarini. Prima di fare ciò, lo stilo va fasciato con nastro adesivo nei punti di fissaggio, in modo da isolarlo. Il conduttore più interno del cavo d'antenna va fissato allo stilo. A questo punto il supporto dell'antenna può essere fissato all'estremità superiore del palo.
Prima di procedere all'installazione dell'antenna sul tetto, si controllano tutte le viti e le si avvitano fortemente, in modo che l'antenna possa resistere anche un paio di anni agli agenti atmosferici, senza che le viti, allentandosi, diano luogo ad inconvenienti. Il palo d'antenna va fissato con collari al sottotetto e con lamiera di piombo alla finestra di accesso al tetto. La discesa d'antenna deve giungere nella stanza dove si trova il ricetrasmettitore lungo la via più corta possibile. Per ultimi si mettono in tensione i radiali. Per tale operazione si usa del cordino d'acciaio molto sottile (1-2 mm di diametro). I radiali vengono messi in una posizione provvisoria in modo che formino un angolo di 70° con il palo d'antenna. Naturalmente a 90° tra di loro. Dopo aver inserito un rosmetro nel circuito d'antenna (vedere cap. 4), si effettuano delle prove di trasmissione e si misurano le onde stazionarie. Si tenta di ridurre al minimo il ROS variando di poco (da 60 ad 80°

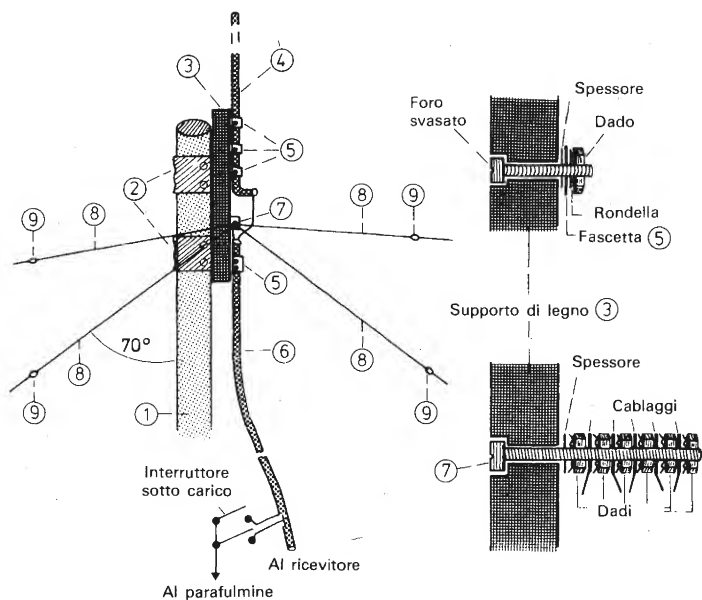



Fig. 2.6. Costruzione dell'antenna *home made*.

Elenco dei materiali per il montaggio di Fig. 2.6:

(1) Palo d'antenna di ferro zincato, ∅ $1\frac{1}{2}$", lunghezza 3 m
(2) Fasce di fissaggio con viti M 8 x 30, spessori, rondelle e dadi
(3) Supporto in legno compensato 150 x 100 x 20 mm verniciato ed impermeabilizzato
(4) Stilo d'antenna: tubo di alluminio, 8 x 1 mm, lunghezza 2,65 m
(5) Fasce di fissaggio con viti M 6 x 20, spessori, rondelle e dadi
(6) Cavo coassiale RG 213 U, 50 Ω, di lunghezza opportuna
(7) Vite in ottene M 6 x 40 con dadi in ottone
(8) 4 radiali, filo di rame ∅ 2 mm, ciascuno lungo 2,8 m
(9) 4 isolatori in plastica o in porcellana

l'angolo che i radiali formano col palo d'antenna. L'antenna è progettata in modo da poter avere un ROS (rapporto onde stazionarie) minore di 1, 2 su tutta la banda CB (da 26965 a 27255 MHz); questo significa che l'antenna riflette meno dell'1% dell'energia presente all'uscita del trasmettitore.

Infine è bene non dimenticare di impermeabilizzare il supporto dell'antenna con fogli di PVC ed UHU, in modo da tener lontani dall'acqua e dalla neve le varie viti e i contatti dell'antenna. Una volta all'anno è opportuno controllare attentamente l'antenna e fissare le viti che eventualmente si sono allentate.

3. Adattatore d'antenna

La migliore antenna è quella costruita in modo da avere un'impedenza il più possibile vicina ai 50 Ω. L'adattamento tra il trasmettitore e l'antenna è, in questo caso, ideale. Un'antenna di questo tipo è stata esaminata nel capitolo precedente. Se invece si usano piccole antenne sul balcone o addirittura all'interno della casa, l'adattamento non è più ideale. Ci vuole allora un adattatore d'antenna.

3.1 Che cos'è un adattatore?

Non tutti hanno abbastanza spazio a casa propria per installare uno stilo di 2,7 m con i relativi radiali; spesso ci si deve accontentare di uno stilo da 1 a 2 m, montato in posizione verticale. Ciò è particolarmente adatto per antenne installate su stazioni mobili. Spesso è possibile, se nell'auto è già stata installata un'autoradio, usare l'antenna dell'autoradio o lo stilo per trasmettere in CB (l'antenna, tuttavia, non dev'essere del tipo amplificato). In tutti questi casi è utile un dispositivo che realizza l'adattamento, descritto qui di seguito.
L'*adattatore d'antenna* è sostanzialmente un trasformatore ad alta frequenza, con rapporto di trasformazione regolabile. Se noi, ad esempio, omettiamo i radiali dell'antenna del capitolo precedente ed accorciamo lo stilo in modo da portarlo ad una lunghezza di 1,8 m, avremo un'impedenza dell'antenna di 10 Ω. L'adattatore di impedenza deve allora trasformare questi 10 Ω in modo che il trasmettitore "veda" un carico di 50 Ω; ciò comporta un rapporto di trasformazione di 1:2,24. È necessario, più in

generale un adattatore che sia in grado di adattare a 50 Ω tutte le antenne che hanno uno stilo di lunghezza inferiore a λ/4, ossia un'impedenza minore di 50 Ω. Un simile apparecchio è particolarmente utile se si installano ricetrasmettitori CB in automobile, dove, appunto, sono molto usate le antenne per CB con lunghezza inferiore a λ/4. L'adattatore di antenna sostituisce anche le bobine o le capacità che servono a "caricare" l'antenna. Inoltre è molto semplice da regolare.

3.2 Costruzione

Osservando la Fig. 3.1 si vede come il circuito sia di una semplicità unica; esso è costituito da una bobina avvolta in aria e da un condensatore variabile. Nonostante la sua semplicità, il circuito è in grado di adattare ad un'uscita di 50 Ω qualunque antenna verticale di lunghezza compresa tra 1 e 3,5 m. In tal modo la portata di una stazione mobile con un'antenna di 1,5 m aumenta di un fattore da 2 a 3, rispetto ad un'antenna non adattata. L'apparecchio, racchiuso in un piccolo contenitore metallico, viene collocato nelle immediate vicinanze dell'antenna. Interponendo un rosmetro fra il ricetrasmettitore e l'adattatore d'antenna, si regola l'adattatore, in

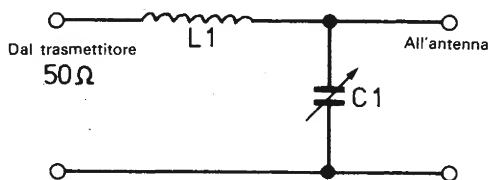



Fig. 3.1. Schema dell'adattatore d'antenna.

Elenco dei componenti di Fig. 3.1:

C1 Condensatore variabile da 200 pF
L1 Bobina da 380 nH per es. bobina avvolta in aria, ∅ 5 mm, 13 spire filo di rame ∅ 0,5 mm

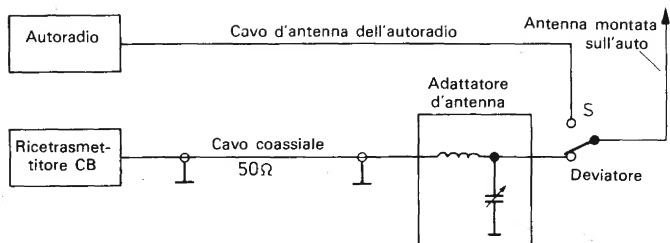



Fig. 3.2. Schema che illustra come collegare il ricetrasmettitore CB all'antenna dell'autoradio.

modo da avere, in trasmissione, il ROS minore. Il prototipo è in grado di adattare, sulle frequenze da 26,5 a 27,2 MHz, un'antenna lunga 1 m con un ROS di 1:1,1. La foto 1 di Tavola 1 mostra i componenti necessari.

La Fig. 2.3 mostra come sia possibile impiegare l'antenna per l'autoradio anche per trasmettere in CB. All'antenna è collegato un relè (va bene un relè a 12 V per auto), montato in una posizione tale da proteggerlo da eventuali spruzzi d'acqua. Attraverso un contatto è collegata l'autoradio, mentre attraverso un secondo contatto è collegato l'adattatore d'antenna. L'adattatore ha l'ingresso collegato all'uscita del ricetrasmettitore CB, con un cavo coassiale (RG 58 C/U). Per regolare l'adattatore, si usa anche stavolta un rosmetro (le operazioni vanno eseguite a motore spento). L'interruttore che fa azionare il relè va montato sul cruscotto. È altresì possibile fare in modo che all'atto dell'accensione del ricetrasmettitore venga azionato il relè, ottenendo in questo modo che l'antenna sia collegata al ricetrasmettitore: basta connettere il relè all'interruttore del ricetrasmettitore.

4. Rosmetro

Come abbiamo avuto modo di notare nei due ultimi capitoli, è di fondamentale importanza nelle trasmissioni CB il corretto adattamento dell'antenna. L'adattamento dell'antenna può essere messo a punto con precisione grazie ad un rosmetro, uno strumento cioè che misura il rapporto onde stazionarie. La sensibilità deve essere sufficientemente elevata, per poter misurare il rapporto di onde stazionarie a partire da una potenza di 300 mW. I ricetrasmettitori per uso fisso e mobile possiedono generalmente una potenza d'uscita massima di 5 W, ma vi sono anche apparecchi che fanno eccezione, con potenze più ridotte.

4.1 Come funziona il rosmetro?

Anzitutto chiariamo il concetto di onda stazionaria. Osserviamo la Fig. 4.1. Nella parte superiore è disegnato un tratto di cavo coassiale con impedenza di 50 Ω. L'espressione *impedenza di 50 Ω* riferita all'unità di lunghezza del cavo non significa affatto che questa grandezza è misurabile ad es. con un ohmetro, come un normale resistore a carbone da 50 Ω. Si tratta invece di una grandezza puramente numerica, (dipendente dal rapporto tra i diametri del conduttore esterno e interno), che ha significato soltanto nel campo dell'alta frequenza. Il cavo in figura è chiuso su un carico di 50 Ω (sempre in alta frequenza). Se ora misuriamo la tensione ad alta frequenza, con un opportuno strumento, in ogni punto del cavo (tra il conduttore centrale e lo schermo esterno), otteniamo la distribuzione di tensione rappresentata sotto. In ogni punto la tensione è costante (l'andamento sarebbe sinusoidale, ma

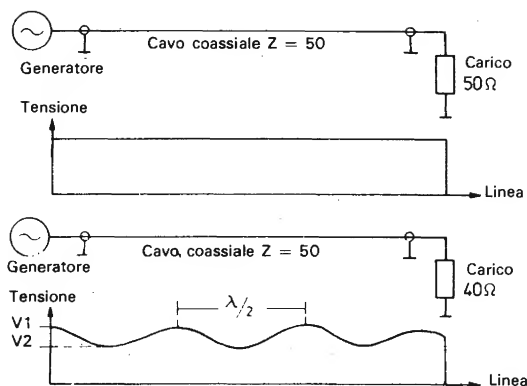



Fig. 4.1. Onde stazionarie nelle linee coassiali.

per i nostri scopi questo non viene tenuto in considerazione). Se però il cavo coassiale da 50 Ω non viene chiuso su un carico anch'esso da 50 Ω (perché, ad esempio l'antenna non è bene adattata), ma su un carico di 40 Ω, la situazione cambia. Se misuriamo ancora la tensione come abbiamo fatto prima, otteniamo la distribuzione di tensione indicata in basso. Ora la tensione dipende dal punto, nel quale viene effettuata la misura. Vi sono dei punti, che si succedono ad intervalli regolari, dove la tensione presenta i suoi minimi e i suoi massimi. La distanza tra due punti con uguale tensione è esattamente λ/2 (al contrario di un'onda elettromagnetica nel vuoto o nell'aria, nella quale la distanza tra due massimi è λ). Questa distribuzione di tensione si spiega come segue: il generatore alimenta il cavo coassiale e un'onda ad alta frequenza scorre nel cavo dal generatore al carico. Se il carico non ha la stessa impedenza della sorgente (in questo caso per sorgente si considera l'estremità del cavo coassiale), non viene trasferita tutta la potenza teoricamente possibile, ma soltanto una parte. In linea di principio questo è quanto accade quando si collega una pila (sorgente) ad una resistenza (carico). La sorgente fornisce la mas-

sima potenza al carico se la sua resistenza è uguale a quella della sorgente. Tornando al nostro cavo coassiale, una parte della potenza viene riflessa dal carico, ossia vi è un'onda a radiofrequenza che ritorna dal carico al generatore. Nel cavo fluiscono allora due onde che si muovono in direzioni diverse. Questo fenomeno, in accordo con la teoria, dà luogo ad un'onda stazionaria. L'andamento di questa onda stazionaria è stato determinato con la misura fatta prima; lo si vede in Fig. 4.1 in basso.
Per misurare l'ordine di grandezza dell'onda stazionaria si impiega il rapporto tra le due tensioni V1 (valore massimo) e V2 (valore minimo). Quanto più il carico è disadattato, tanto maggiore è la potenza riflessa (e quindi l'ampiezza dell'onda stazionaria) e pertanto sarà molto grande il rapporto tra V1 e V2. Se il cavo viene cortocircuitato all'estremo o lasciato aperto. V2 va a zero e il rapporto V1/V2 tende a infinito.
Con un rosmetro è possibile misurare il rapporto tra il valore massimo e il valore minimo di un'onda stazionaria. La Fig. 4.2 mostra il circuito. La parte principale è l'integrato IS1. Questo integrato è un cosiddetto accoppiatore direzionale, un sistema di conduttori accoppiati.
Il suo principio di funzionamento non è molto semplice da spiegare; basta sapere che alle due uscite dell'integrato possono venir misurate le grandezze dell'onda RF diretta (piedino 16) e dell'onda RF riflessa (piedino 9). Il rapporto tra queste due tensioni dà il ROS. L'onda RF proveniente dal generatore passa attraverso l'accoppiatore direzionale (piedini 1 ed 8) e giunge al carico, ossia all'antenna. R1 ed R2 servono da attenuatori e fanno sì che venga misurato il corretto rapporto tra il segnale riflesso e quello diretto. Con il potenziometro R3 si regola il rosmetro in base alla potenza del ricetrasmettitore. A tale scopo, con il commutatore in posizione "taratura", R3 va regolato in modo che l'indice dello strumento sia a fondo scala (ossia su 4). C1 separa la tensione a radiofrequenza e l'applica al raddrizzatore di picco formato dai due diodi al germanio D1 e D2. La tensione raddrizzata viene

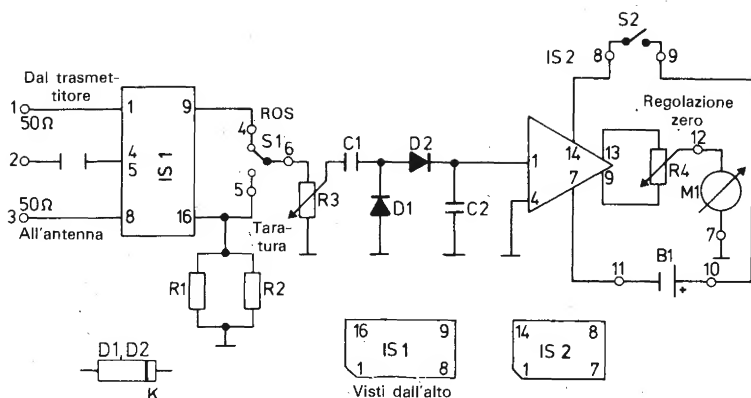



Fig. 4.2. Schema del rosmetro.

Elenco dei componenti di Fig. 4.2:

B1	Pila 9 V con portapila
C1, C2	Condensatori ceramici 10 nF/30 V
D1, D2	Diodi al germanio AAZ 18 (Philips) o equivalenti
IS1	Circuito integrato ZE 1002 (Zierl Elektronik) con zoccolo a 16 piedini
IS2	Circuito integrato ZE 1003 (Zierl Elektronik) con zoccolo a 16 piedini
M1	Microamperometro 100 μA f.s., per es. Wisometer 38
R1	Resistore 680 Ω, 1/8 W
R2	Resistore 560 Ω, 1/8 W
R3, R4	Trimmer potenziometrico 1 kΩ, 0,1 W, verticale
S1, S2	Deviatori 1 via, 2 posizioni
	Basetta perforata 100 × 50 mm
	12 ancoraggi
	Filo per collegamenti

livellata grazie a C2. La tensione continua è applicata all'ingresso (piedino 1) dell'amplificatore di misura costituito dal circuito integrato IS2. La tensione in uscita è visualizzata dal microamperometro M1. Con R4 si regola lo zero del microamperometro, quando il ricetrasmettitore è spento.
Prima di occuparci della realizzazione pratica di questo strumento pressoché insostituibile, esaminiamo il modo, in cui la scala è stata tarata.

Rapporto onde stazionarie (ROS)	Potenza riflessa in %
1	0
1,1	0,56
1,2	0,99
1,3	2,2
1,4	3,85
1,5	5,88
1,6	8,26
1,7	10,91
1,8	13,79
1,9	16,84
2	20
3	50
4	69,23
∞	100

Se il carico, (ossia l'antenna) è adattato correttamente, non vi è potenza riflessa e quindi nemmeno onda riflessa (stazionaria); il rapporto onde stazionarie (in questo caso l'espressione non è corretta) è uguale a 1. Nel nostro apparecchio, siccome viene misurata la potenza riflessa, l'indice dello strumento rimarrà fermo all'inizio della scala. La tabella in questa pagina riporta il ROS in funzione della percentuale di potenza riflessa; nella letteratura tecnica inglese il ROS è chiamato VSWR (*voltage standing wave ratio*).

Dalla tabella si deduce che la potenza irradiata dall'antenna comincia a calare in modo apprezzabile con un ROS maggiore di 2; con un ROS uguale a 2 la portata del trasmettitore diminuisce del 5% circa, che è un valore ancora accettabile. Un ROS inferiore ad 1,5 ha praticamente poco senso, poiché la portata del trasmettitore non aumenta di molto (oltre il 95% dell'energia fornita dal trasmettitore viene irradiata). Il rosmetro qui descritto è pertanto

fatto in modo da misurare con sufficiente precisione i ROS tra 1,5 e 4 (naturalmente si possono leggere anche i ROS tra 1 e 1,5).

4.2 Costruzione

Per la costruzione del rosmetro utilizziamo il metodo più veloce, semplice ed economico per il dilettante: la basetta perforata. Essa possiede dei fori di 1 mm di diametro a distanza di 2,5 mm l'uno dall'altro. I terminali dei vari componenti vanno infilati dall'alto attraverso i fori della basetta. Infine i terminali dei componenti vengono piegati, per evitare che essi escano dalla loro sede. Quando tutti i componenti sono stati sistemati sulla basetta, essa viene girata e vengono eseguiti i collegamenti in base allo schema elettrico tra i terminali dei componenti opportunamente accorciati: per i collegamenti si impiega filo di rame nudo. È bene impiegare un saldatore con potenza abbastanza bassa (da 15 a 30 watt), munito di una punta sottile. Lo stagno che si usa dev'essere di buona qualità, con diametro di 1 mm circa e con disossidante all'interno. Se la saldatura è stata eseguita come si deve, lo stagno è distribuito uniformemente nel punto di saldatura, che dopo il suo raffreddamento, ha una superficie lucente. Alcune osservazioni sul

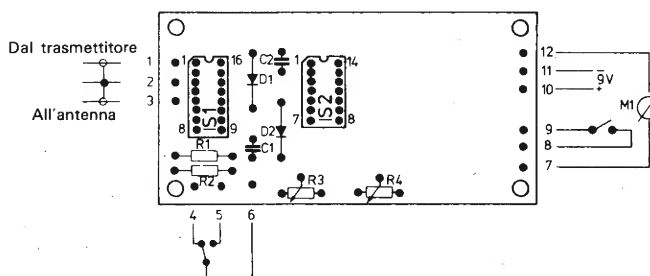



Fig. 4.3. Disposizione dei componenti del rosmetro sulla basetta.

sistema di costruzione da adottare; esse valgono anche per gli altri circuiti riportati in questo libro. L'hobbista elettronico più esperto può eseguire anche un circuito stampato, sulla base degli schemi di collegamento dei componenti come quello di Fig. 4.4.
Per quanto riguarda il nostro rosmetro, la Fig. 4.3 mostra la disposizione dei componenti sulla basetta. Anzitutto si montano gli ancoraggi dall'1 al 12. Dopo quest'operazione si montano tutti gli altri componenti, si piegano e si accorciano i loro terminali dal lato rame della basetta. Quando anche questa fase della costruzione è terminata, si eseguono i collegamenti mostrati in Fig. 4.4. I circuiti integrati vanno posti nei relativi zoccoli per ultimi. Controlliamo poi che i collegamenti siano stati eseguiti in maniera corretta e che tutti i componenti siano al loro posto. Se tutto è a posto si passa alla tracciatura della scala per il microamperometro.
In questo apparecchio viene impiegato un microamperometro a bobina mobile da 100 μA fondo scala. Dobbiamo ora tracciare la

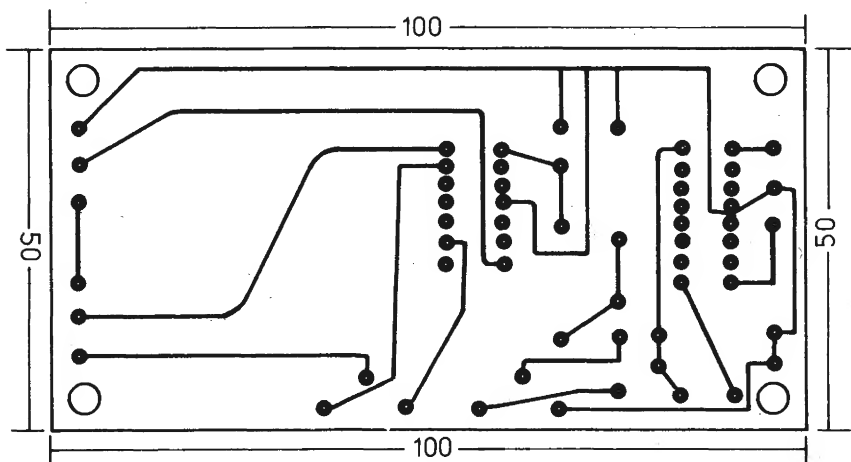



Fig. 4.4. Collegamenti del rosmetro.

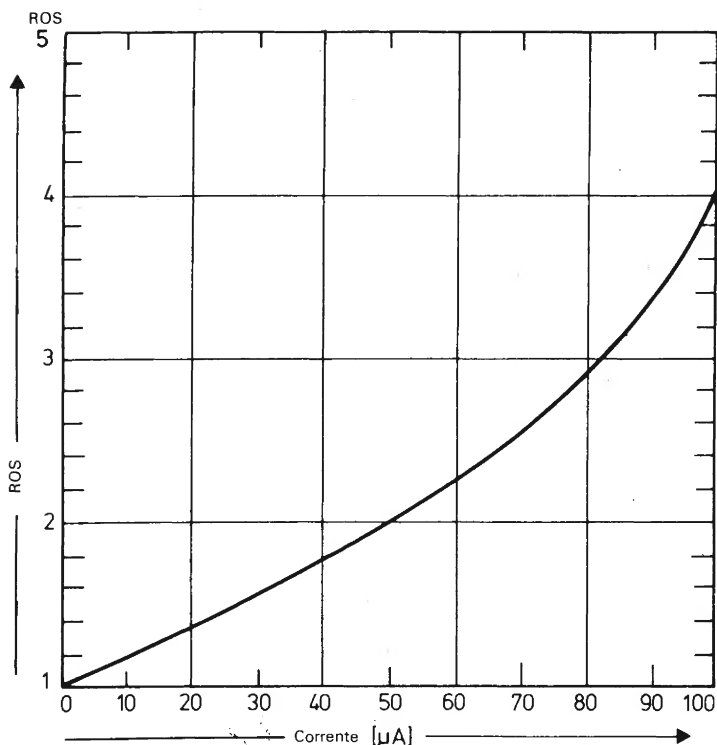
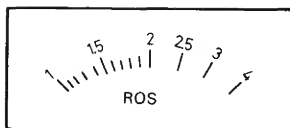



Fig. 4.5. Curva di taratura del rosmetro.

scala in unità ROS per questo strumento. La Fig. 4.5 mostra la curva di taratura relativa. Su un rettangolo di cartoncino da disegno tracciamo una scala opportuna, con inchiostro di china ed un normografo oppure con i trasferibili (vedere il prototipo, foto 2 di Tavola 1, pag. 33). Un microamperometro utile è il tipo Wisometer 38, per il quale la Fig. 4.6 riporta la scala adatta. Basta riportarla su un foglio di carta (a mano o fotocopiandola), ritagliarne il contorno e incollarla sopra la scala preesistente dello strumento.

Fig. 4.6. Scala per il microamperometro Wisometer 38.

Infine tutti i componenti esterni alla basetta (commutatore, pila, microamperometro) vanno collegati come è mostrato in Fig. 4.3. La cosa migliore da fare è alloggiare il tutto in una scatoletta di alluminio di grandezza adeguata. Il collegamento dell'apparecchio al trasmettitore da una parte ed all'antenna dall'altra va eseguito con cavo coassiale da 50 Ω.
La foto 2 di Tavola 1 mostra il prototipo dell'apparecchio.
Si collega il rosmetro al ricetrasmettitore quando questo è spento e con R4 si fa in modo che l'indice dello strumento coincida con 1. A questo punto si può accendere il ricetrasmettitore e provare a trasmettere. Con il commutatore S1 in posizione "taratura" si regola R3 fino a far coincidere l'indice del microamperometro con il punto 4. Questa regolazione dipende dalla potenza RF erogata dal trasmettitore. Il nostro rosmetro funziona a partire da un minimo di 250 mW. Le regolazioni sono a questo punto terminate e, mettendo S1 in posizione "ROS" si può leggere sullo strumento il rapporto di onde stazionarie.

5. Misuratore di campo

Un misuratore di campo, sebbene il suo circuito sia semplice, può rivelarsi un apparecchio molto utile. Spesso i misuratori di campo per CB che si trovano in commercio sono ricevitori che servono a provare la bontà di un'emissione. Anche se non sembra, vi è una differenza notevole tra uno strumento di misura ed uno strumento di prova. Quest'ultimo può essere costituito per fare un esempio nel campo della misura di tensioni, da una lampadina al neon di poco prezzo con relativa resistenza di caduta. Con questo semplice sistema, che può essere considerato uno strumento di prova, si può verificare la presenza di una tensione tra due punti di un circuito compresa fra 150 e 500 V. L'esatta misura di questa tensione in termini quantitativi si può eseguire soltanto con un tester, che può costare sulle 40 mila lire.

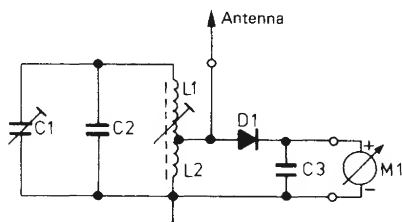
5.1 A che cosa serve un misuratore di campo?

Un misuratore di campo dà una indicazione quantitativa dell'intensità del campo elettromagnetico nelle immediate vicinanze di un trasmettitore. In tal modo si possono eseguire misure di intensità relativa del campo elettromagnetico, cosa che può essere molto utile. Supponiamo di installare un'antenna sul tetto dell'auto, in modo da avere una stazione mobile. Con un rosmetro è possibile constatare il corretto adattamento dell'antenna. Se l'irradiazione delle onde elettromagnetiche in direzione orizzontale (è quello che in questo caso importa maggiormente) è più o meno buona, lo possiamo decidere soltanto interpretando le indicazioni del misuratore di campo. Grazie ad esso è possibile un buon

lavoro di installazione dell'antenna e la scelta della sua ubicazione più opportuna.

5.2 Circuito e costruzione

Il circuito del misuratore di campo è mostrato in Fig. 5.1. Un radiodilettante può riconoscere a prima vista il tipico circuito del ricevitore a diodo. Il circuito accordato è costituito da L1 ed L2 in parallelo a C2 e al condensatore variabile C1, con il quale si regola la frequenza di ricezione. La bobina ha una presa intermedia, per evitare di caricare eccessivamente il circuito accordato, smorzandolo. A tale proposito, osserviamo la Fig. 5.2. Essa mostra la deviazione dell'indice dello strumento con il circuito accordato caricato in modo più o meno forte. Se il circuito accordato è debolmente caricato, non solo l'indice dello strumento dà un'indicazione molto più vistosa, ma anche la selettività del circuito è maggiore. Il diodo D1 raddrizza la tensione ad alta fre-

Fig. 5.1. Schema del misuratore di campo.

Elenco dei componenti di Fig. 5.1:

C1	Compensatore 4...20 pF
C2	Condensatore ceramico 10 pF/30 V
C3	Condensatore ceramico 4,7 nF/30 V
D1	Diodo al germanio AA 116 (Siemens) o equivalente
L1, L2	Supporto Trolitul 7 ∅ × 22 mm con nucleo in ferrite
	L1: 8 spire filo di rame ∅ 0,5 mm
	L2: 14 spire filo di rame ∅ 0,5 mm
M1	Microamperometro 50 μA f.s.
	Minuterie

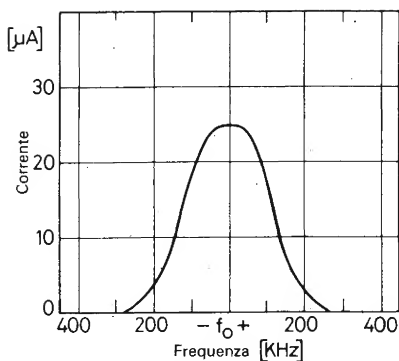



Fig. 5.2. Comportamento di un circuito LC parallelo fortemente e debolmente smorzato.

quenza e pilota direttamente il microamperometro M1. C3 filtra tensione raddrizzata.

Il circuito può essere costruito su una basetta perforata, che può venire sistemata all'interno di una scatola metallica di dimensioni opportune. Si monta poi un'antenna telescopica di lunghezza pari a circa 1 m, isolata dal contenitore.

Il misuratore di campo costituisce un valido aiuto quando si mette a punto l'antenna della stazione mobile o anche di quella fissa. Esso va messo con la propria antenna verticale, a una distanza dall'antenna a cui si sta lavorando tale che l'indicazione dello strumento sia compresa tra 10 e 20 μA. Si varia poi la posizione e la lunghezza dell'antenna in prova fino ad avere la massima indicazione dello strumento. Si deve controllare contemporaneamente con il rosmetro che l'antenna sia adattata apportunatamente all'uscita del trasmettitore.

Attenzione: se al posto di M1 si collega una cuffia ad alta impedenza, si può anche controllare la qualità della modulazione (questo vale però soltanto per stazioni AM). Il prototipo è visibile in Foto 3 di Tavola 1, a pag. 33.

Foto 1: Condensatore variabile e bobina avvolta in aria per l'adattatore d'antenna; è visibile l'oscillatore integrato ZE 1001 per il provaquarzi; confrontare le dimensioni con la moneta da 2 marchi

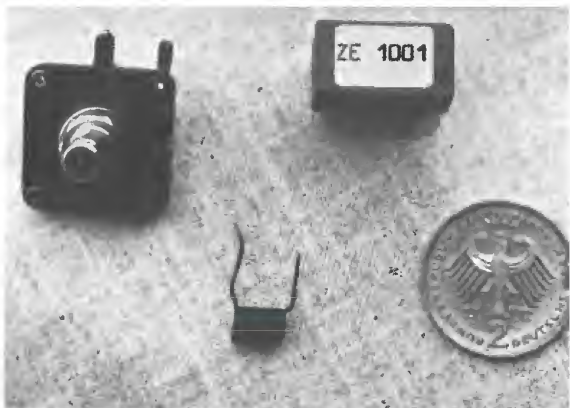



Tavola 1

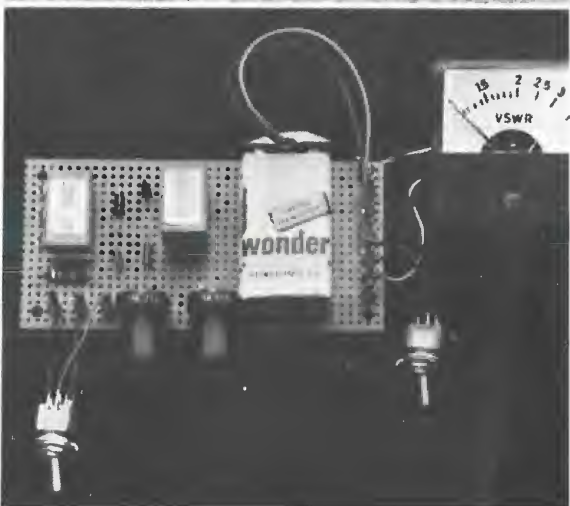



Foto 2: Il rosmetro a montaggio ultimato

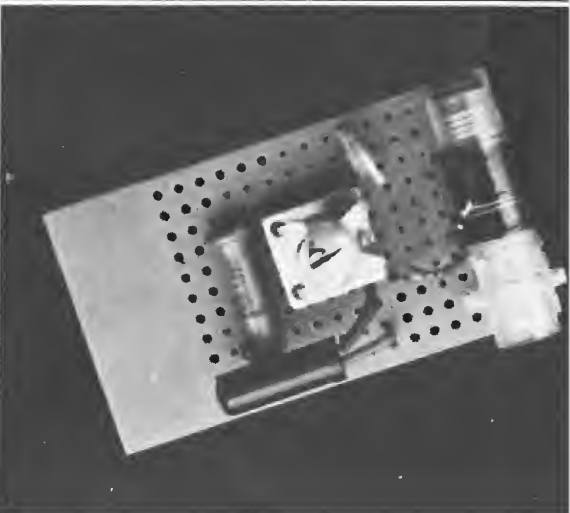



Foto 3: Il misuratore di campo a montaggio ultimato

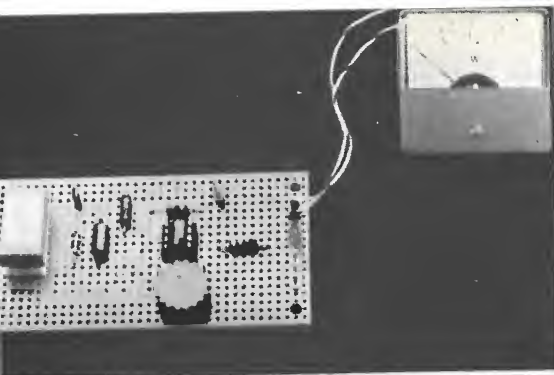



Tavola 2

Foto 4: Il circuito del wattmetro attivo

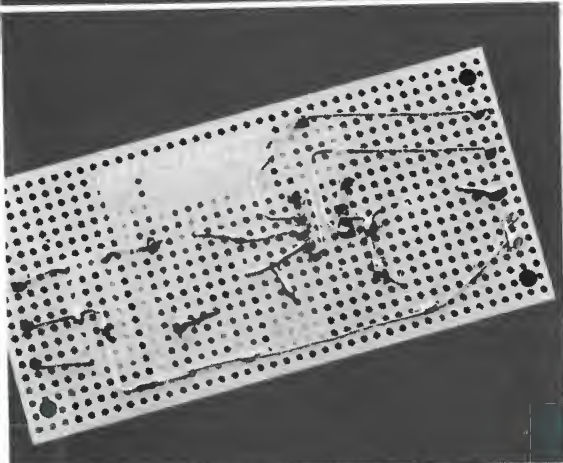



Foto 5: I collegamenti del wattmetro attivo.

Foto 6: Il misuratore della percentuale di modulazione.

6. Wattmetro RF

Se all'improvviso la portata della nostra stazione diminuisce, vi possono essere molte cause. Può darsi che l'adattamento dell'antenna al trasmettitore sia bruscamente peggiorato, oppure che la discesa d'antenna sia interrotta, o ancora che il trasmettitore non funzioni bene e non eroghi sufficiente potenza a radiofrequenza all'antenna. In questi casi un wattmetro RF risolve ogni dubbio. Inoltre un simile apparecchio è utile anche quando si vuole controllare se il ricetrasmettitore installato sull'auto fornisce ancora una certa potenza, nonostante la batteria sia un po' scarica. Qui di seguito vengono descritti due wattmetri [1] di diverso tipo. Nel primo caso l'uscita del trasmettitore viene chiusa su una resistenza da 50 Ω e viene visualizzata la tensione ai suoi capi, che è in una relazione nota con la potenza dissipata nella resistenza. Questo metodo si usa se non è disponibile alcuna antenna o se essa ha un ROS maggiore di 1,5. Se invece si ha a disposizione un'antenna adatta, si impiega un wattmetro attivo. Con questo sistema si preleva solo una piccola parte della potenza inviata dall'antenna, la si amplifica e l'indicazione viene riportata da un adatto strumento.

[1] I due wattmetri presentati in questo capitolo hanno un fondo scala di 0,5 W, potenza massima consentita dalle norme CB tedesche; per ottenere un fondo scala di 5 W nello schema del wattmetro passivo si devono usare per R1 ed R2 resistori da 100 Ω, 3 W, mentre R3 viene portata a 150 o 180 kΩ.
Per il wattmetro attivo, invece, va modificato il valore di R3, portandolo a 470 Ω.

6.1 Wattmetro passivo

Come si vede in Fig. 6.1, il circuito del wattmetro passivo non presenta certo problemi di realizzazione. La potenza a RF presente all'uscita del trasmettitore viene dissipata nelle due resistenze R1 ed R2 in parallelo; esse hanno una resistenza risultante di 50 Ω, che è proprio uguale all'impedenza di uscita di trasmettitore. Come al solito il segnale RF viene raddrizzato (con D1), filtrato con C1 e visualizzato da M1. Il circuito viene alloggiato in uno dei molti tipi di contenitore in plastica presenti sul mercato. Nel contenitore vanno praticati i fori per il bocchettone coassiale e per il microamperometro. I vari componenti si saldano direttamente al bocchettone coassiale e il microamperometro viene collegato al resto del circuito con due spezzoni di filo quanto più corti è possibile. La foto di copertina mostra il prototipo a costruzione ultimata.

Il passo successivo è naturalmente quello di tracciare la scala per il nostro wattmetro. Ci si può basare sulla curva di taratura di Fig. 6.2. Dopo che la scala è stata preparata, la si incolla con un

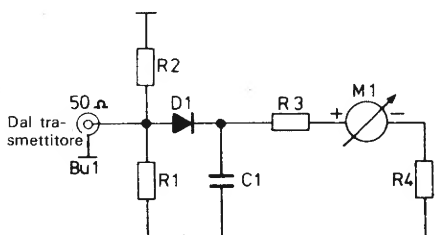



Fig. 6.1. Schema del wattmetro passivo.

Elenco dei componenti di Fig. 6.1:

Bu1	Bocchettone coassiale 50 Ω
C1	Condensatore ceramico 10 nF
D1	Diodo al germanio AA 116 (Siemens) o equivalente
M1	Microamperometro 100 μA f.s., per es. Wisometer 38
R1, R2	Resistore 100 Ω, 1/4 W, 5%
R3	Resistore 56 kΩ, 1/8 W, 2%
R4	Resistore 2,2 kΩ, 1/8 W, 2%
	Contenitore metallico 120 × 65 × 40 mm
	Filo per collegamenti

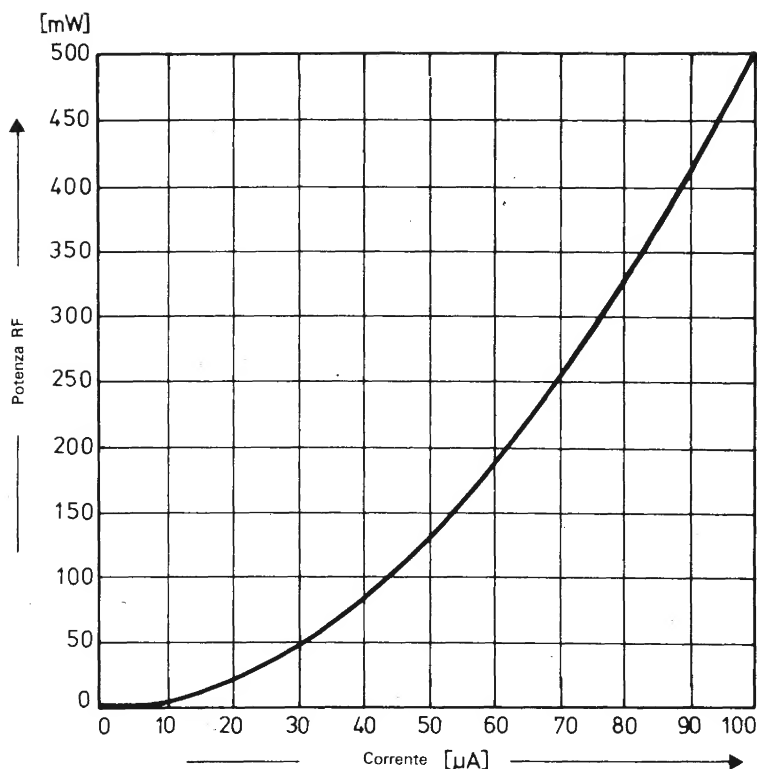



Fig. 6.2. Curva di taratura del wattmetro passivo.

adatto adesivo sopra la scala preesistente dello strumento. Chi utilizza un microamperometro del tipo Wisometer 38 può utilizzare la scala riportata in Fig. 6.3 (basta fotocopiare la figura, ritagliare la scala ed incollarla sullo strumento).
Abbiamo fatto in modo che il wattmetro abbia un'impedenza d'ingresso di 50 Ω. Essa è utile anche quando si deve controllare il funzionamento del rosmetro o misurare l'assorbimento dello stadio finale della sezione trasmittente di un ricetrasmettitore CB.

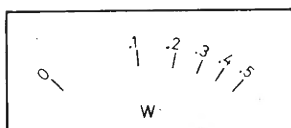



Fig. 6.3. Scala per il microamperometro Wisometer 38.

6.2 Wattmetro attivo

Il CB appassionato può sentire l'esigenza, accanto ad un wattmetro con impedenza di 50 Ω esatti, anche di un wattmetro che permetta il controllo continuo della potenza d'uscita RF erogata all'antenna in trasmissione.
Si descrive ora un wattmetro di questo tipo.
La parte principale del circuito di Fig. 6.4 è il circuito integrato IS 1, che ha al suo interno un accoppiatore direzionale. L'onda a RF entra attraverso il piedino 8 nell'integrato, esce dal piedino 1 e di qui giunge all'antenna. L'accoppiatore direzionale preleva una piccola parte della potenza RF che vi passa attraverso e la fa giungere attraverso il piedino 9 al raddrizzatore di misura. Il gruppo D1 e C1 raddrizza e filtra la tensione proveniente dall'accoppiatore direzionale e, attraverso R2, la fa giungere all'ingresso non invertente dell'amplificatore operazionale IS2. Questo amplifica di circa 50 volte la tensione raddrizzata; essa viene applicata ad M1 tramite R5, con R4 si regola lo zero dell'amplificatore operazionale.
Per la costruzione del circuito si usa un pezzo di basetta perforata delle dimensioni 100 × 50 mm. La Fig. 6.5 mostra la disposizione dei componenti sulla basetta. Per i circuiti integrati si usano zoccoli di grandezza adeguata. I collegamenti da eseguire dal lato rame sono mostrati in Fig. 6.6. Le Foto 4 e 5 di Tavola 2 a pag. 34 mostrano l'aspetto dell'apparecchio a montaggio ultimato. Dopo la saldatura dei componenti, si controlla ancora attentamente il circuito, in modo da essere ben certi che tutti i componenti siano al loro posto e che non vi siano errori nei collegamenti.

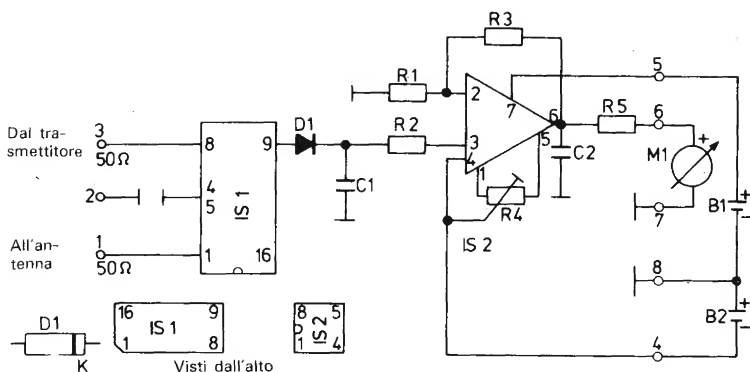



Fig. 6.4. Schema del wattmetro attivo.

Elenco dei componenti di Fig. 6.4:

B1, B2	Pile da 9 V con portapile
C1, C2	Condensatore ceramico 10 nF/30 V
D1	Diodo al germanio AA 116 (Siemens) o equivalente
IS1	Circuito integrato ZE 1000 (Zierl Elektronik) con zoccolo a 16 piedini
IS2	Circuito integrato 741 DIP (Texas Instruments) con zoccolo a 8 piedini
M1	Microamperometro 100 μA f.s., per es. Wisometer 38
R1, R2	Resistore 100 Ω, 1/8 W, 5%
R3	Resistore 5,1 kΩ, 1/8 W, 5%
R4	Trimmer 10 kΩ, 0,1 W, orizzontale
R5	Resistore 27 kΩ, 1/8 W, 5%
	Basetta perforata 100 × 50 mm
	8 ancoraggi
	Filo per collegamenti

Ora dobbiamo tracciare la scala dell'apparecchio. La curva di taratura è mostrata in Fig. 6.7. Per tracciare la scala si procede nel modo già spiegato in precedenza. Per lo strumento Wisometer 38 la Fig. 6.8 riporta una scala adatta.
Con il ricetrasmettitore spento si regola R4 fino a che l'indice dello strumento non segna lo zero. A questo punto lo strumento è pronto per essere impiegato. Per evitare irradiazioni a RF che potrebbero essere indesiderabili, e che potrebbero falsare le misure, l'apparecchio va racchiuso in un piccolo contenitore di allunminio. Si impiegano bocchettoni coassiali da 50 Ω del tipo per

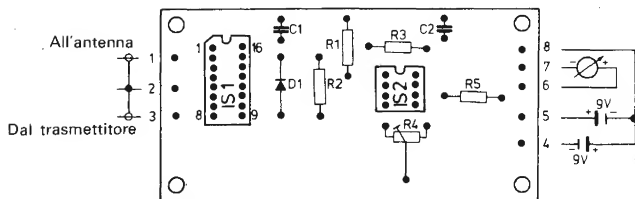



Fig. 6.5. Disposizione dei componenti del wattmetro attivo sulla basetta.

UHF. L'alimentazione è ottenuta mediante due batterie da 9 V. Se l'apparecchio viene usato in continuazione, è opportuno impiegare un alimentatore doppio. Un circuito adatto allo scopo è descritto nel cap. 10.

Oltre a misurare il corretto adattamento dell'antenna, ora possiamo anche misurare la potenza RF del nostro ricetrasmettitore. Vi sono però altre importanti grandezze, che è opportuno conoscere. Ad esempio anche la percentuale di modulazione di un

Fig. 6.6. Collegamenti del wattmetro attivo.

[mW]
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0

Potenza RF

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Corrente [μA]

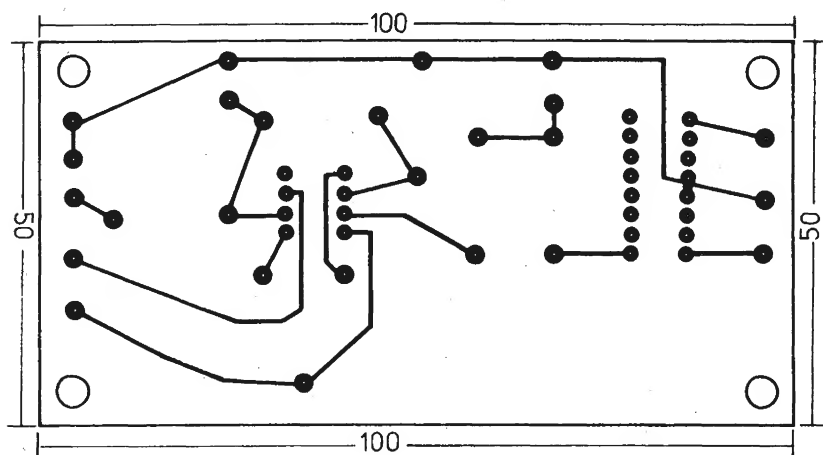
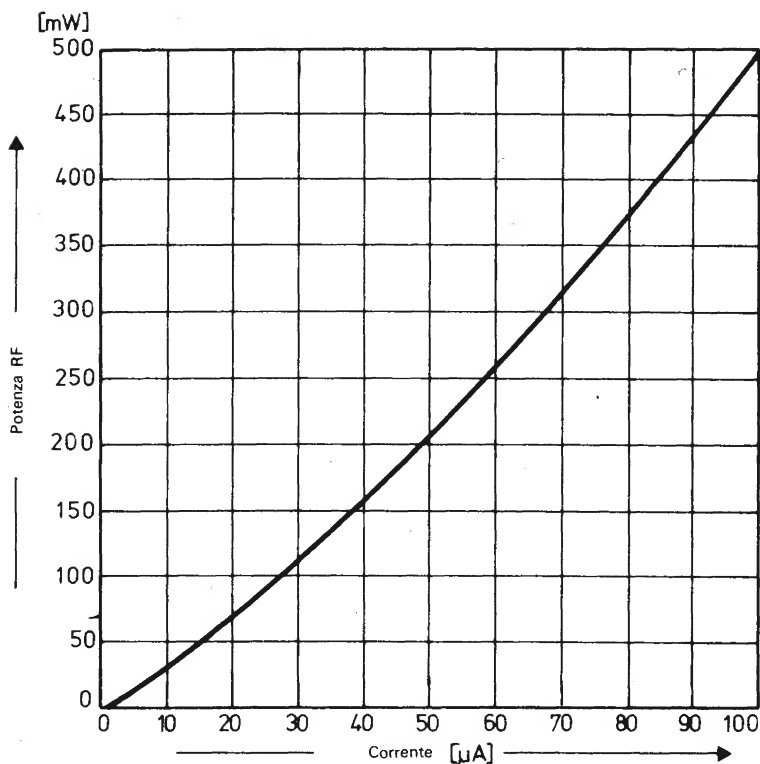
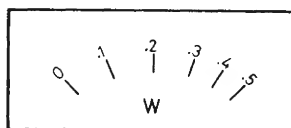



Fig. 6.7. Curva di taratura del wattmetro attivo.

trasmettitore ne determina la portata; la comprensibilità di una trasmissione dipende infatti dal grado di modulazione.
Nel prossimo capitolo è descritto un misuratore della profondità di modulazione.

Fig. 6.8. Scala per il microamperometro Wisometer 38.

7. Misuratore della profondità di modulazione

La maggior parte dei ricetrasmettitori CB lavora in modulazione d'ampiezza (AM). Vediamo anzitutto di che cosa si tratta.

7.1 Che cos'è la modulazione d'ampiezza?

Il termine "ampiezza" indica quale caratteristica della portante viene modulata. Osserviamo la Fig. 7.1.

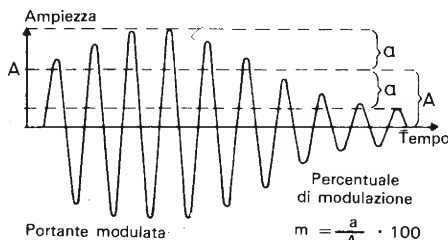
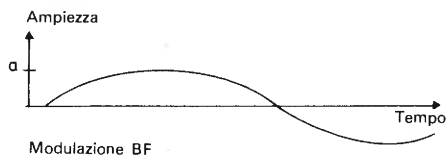
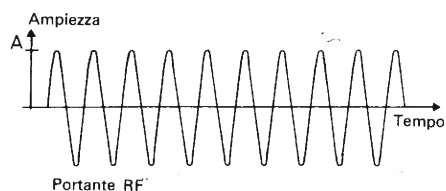



Fig. 7.1. Modulazione d'ampiezza.

La prima curva rappresenta un'onda portante a RF, con ampiezza costante. In un modulatore di ampiezza, questa onda portante ad alta frequenza viene combinata con un segnale modulante a bassa frequenza (rappresentato dalla seconda curva). Ne risulta la curva che si vede in Fig. 7.1 in basso. L'ampiezza della portante a radiofrequenza varia in base al segnale modulante. Nei grafici sono state indicate, rispettivamente con A ed a, le ampiezze dei singoli segnali. Se osserviamo l'onda modulata, notiamo che l'ampiezza della portante attorno al valore A, corrispondente all'ampiezza della portante non modulata, è esattamente simmetrica. La modulazione ha esattamente il valore a. La percentuale di modulazione è allora definita come il rapporto tra l'ampiezza del segnale a bassa frequenza e quella del segnale ad alta frequenza. È abbastanza evidente l'inconveniente provocato da una percentuale di modulazione maggiore del 100%. La modulazione della portante non avverrebbe più in modo simmetrico ed il segnale verrebbe trasmesso in forma distorta. La Fig. 7.2 mostra le forme d'onda che si ottengono con tre diversi gradi di modulazione. Nel primo grafico è rappresentato un segnale modulato in ampiezza al 60%. Come si vede, la portante ad alta frequenza ha ancora una certa "riserva" per fare fronte ad eventuali picchi di modulazione. Fino a una certa percentuale di modulazione, la portante non cambia, tuttavia essa non contiene ancora tutta l'informazione che potrebbe contenere.
Siccome soltanto una parte della portante viene impiegata per trasmettere l'informazione, la portata del trasmettitore è inferiore alla portata massima possibile. La portata massima si raggiunge con una modulazione del 100%, come si vede nel secondo grafico della Fig. 7.2. In questo caso si sfrutta l'intera ampiezza della portante e la tensione RF modulata, nei suoi picchi, è maggiore che non nel primo caso. Questa tensione di picco aumenta ancora quando la percentuale di modulazione sale al di sopra del 100% (vedere la Fig. 7.2 in basso). Anche la portata del trasmettitore cresce. Tuttavia il gioco non vale la candela! La sovramodula-

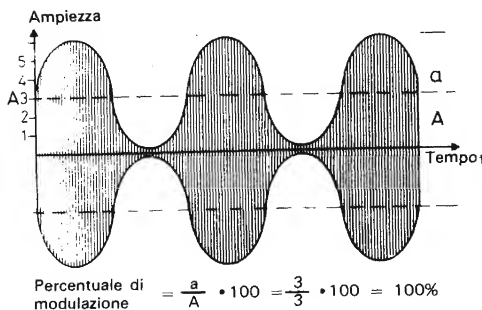
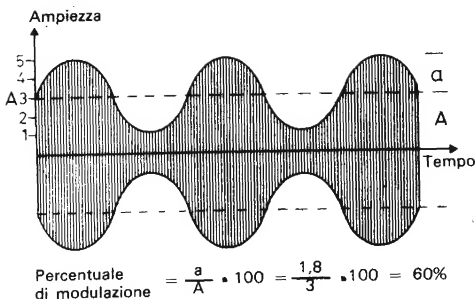



Fig. 7.2. Esempio di tre diverse percentuali di modulazione.

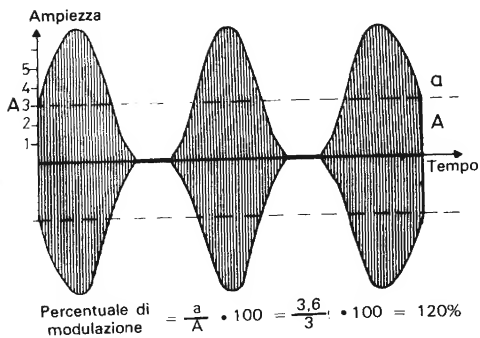
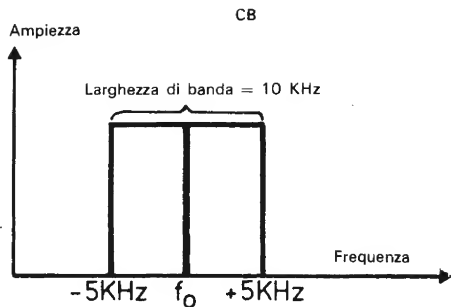
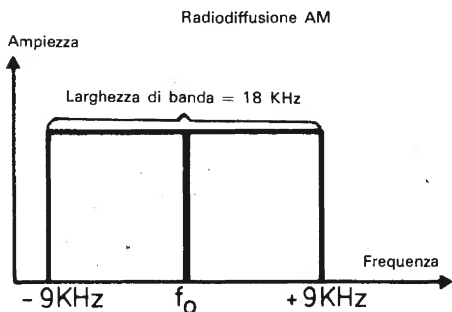



Fig. 7.3. Larghezza di banda di un trasmettitore CB e di un trasmettitore di radiodiffusione AM.

zione distorce l'informazione che viene trasmessa. Il disegno ci mostra come una parte del segnale modulante sia semplicemente tagliata di netto e pertanto non venga trasmessa. Se l'informazione trasmessa è la voce di una persona, la sua comprensibilità diminuisce di molto (fino al punto di essere assolutamente incomprensibile); ciò accade in tutta l'area coperta dalla stazione e non soltanto nella zona ai limiti di quest'area, dove il segnale è già di per sé poco comprensibile a causa della grande distanza. La scarsa comprensibilità non è l'unica conseguenza della sovramodulazione: anche la larghezza della banda di frequenze emessa dal trasmettitore aumenta raggiungendo valori inaccettabili. La *larghezza di banda* è quell'insieme di frequenze che il trasmettitore

utilizza durante una trasmissione. Nelle trasmissioni CB vengono riprodotte le frequenze vocali da 100 a 4000 Hz. Pertanto il trasmettitore occupa una banda di frequenza da 0 a 4000 Hz simmetricamente al di sopra ed al di sotto della portante. Per evitare che trasmettitori CB funzionanti su frequenze adiacenti interferiscano reciprocamente tra di loro, le norme vigenti prescrivono una distanza minima di 10 kHz tra un canale e l'altro. La Fig. 7.3 mostra la larghezza di banda impiegata nelle trasmissioni CB e nelle normali trasmissioni di radiodiffusione. La sovramodulazione determina un aumento della larghezza di banda; ciò significa che vengono sensibilmente disturbati i canali immediatamente superiore ed inferiore al canale in cui si verifica la sovramodulazione. Il compressore della dinamica è un circuito che serve a prevenire la sovramodulazione. Un dispositivo del genere è descritto nel volume *Strumenti elettronici per l'audiofilo* dello stesso autore, in questa stessa collana.

7.2 Circuito e costruzione

Ora che abbiamo chiarito il significato di percentuale di modulazione (il rapporto tra l'ampiezza del segnale BF e quella del segnale RF), è facile capire anche il principio di funzionamento del misuratore della profondità di modulazione riportato in Fig. 7.4. Da R1 si preleva una parte della tensione a radiofrequenza e questa attraverso C1 raggiunge il diodo D1. La tensione raddrizzata viene livellata con L1 e C2 e giunge ad un contatto del deviatore S1, attraverso il quale giunge all'amplificatore di misura costituito da T1 e T2. L'indice del microamperometro devia proporzionalmente all'ampiezza della tensione RF applicata in ingresso. Le variazioni d'ampiezza della portante modulata giungono attraverso C3 al diodo D2, che raddrizza il segnale di modulazione. Quando si commuta S1, si può misurare con lo strumento l'ampiezza del segnale di bassa frequenza. Calcolando il rapporto

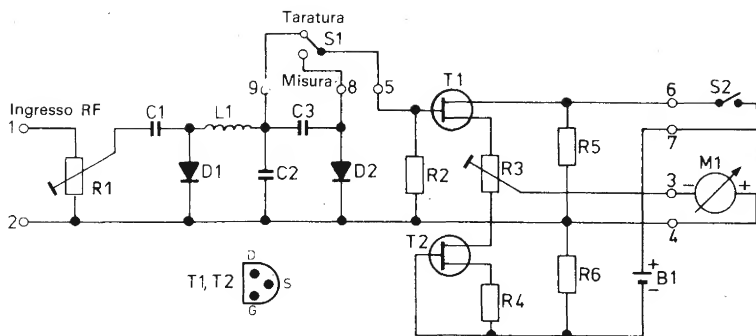



Fig. 7.4. Schema del misuratore della percentuale di modulazione.

Elenco dei componenti di Fig. 7.4:

B1	Pila 9 V con portapila
C1	Condensatore ceramico 1 nF/30 V
C2	Condensatore ceramico 220 pF/30 V
C3	Condensatore ceramico 100 nF/30 V
D1, D2	Diodo al germanio AA 116 (Siemens) o equivalenti
L1	Bobina 10 μH, 65 spire filo di rame ∅ 0,25 mm su supporto Trolitul ∅ 5 mm senza nucleo
M1	Microamperometro 100 μA f.s., per es. Wisometer 38
R1	Trimmer 100 Ω, 0,1 W, orizzontale
R2	Resistore 22 MΩ, 1/8 W
R3	Trimmer 5 kΩ, 0,1 W, orizzontale
R4	Resistore 2,2 kΩ, 1/8 W
R5, R6	Resistori 1 kΩ, 1/8 W
S1, S2	Deviatori 1 via, 2 posizioni
T1, T2	Transistori FET BF 245 B (Philips)
	Basetta perforata 100 × 50 mm
	9 ancoraggi
	Filo per collegamenti

tra le due tensioni misurate, si ottiene la percentuale di modulazione.

Per costruire il circuito impieghiamo una basetta perforata; su di essa i componenti vanno disposti come illustra la Fig. 7.5.
I collegamenti da effettuare si eseguono in base alla Fig. 7.6. La bobina può essere autocostruita in base ai dati riportati nell'elenco dei componenti. Quando il circuito è stato cablato e controllato, lo si può racchiudere in un piccolo contenitore metallico, onde evi-

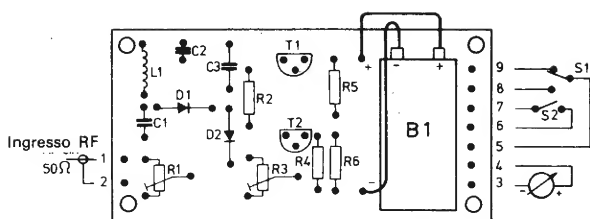



Fig. 7.5. Disposizione dei componenti del misuratore della percentuale di modulazione sulla basetta.

tare errori di misurazione dovuti ad eventuali dispersioni di segnali a radiofrequenza. Non è necessario cambiare la scala del microamperometro, perché con modulazioni comprese tra il 60 e il 100% si legge già direttamente la percentuale di modulazione. Per la misura si procede nel modo seguente:

1. Accendere il misuratore di modulazione e regolare con R3 lo zero del microamperometro.

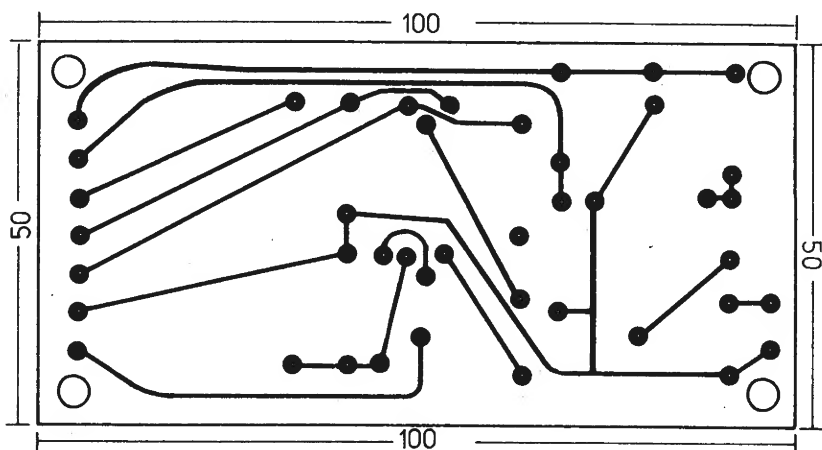



Fig. 7.6. Collegamenti del misuratore della percentuale di modulazione.

2. Commutare l'apparecchio su "taratura" ed accendere il ricetrasmettitore. Commutare in trasmissione, ma non parlare nel microfono. Con R1 far coincidere l'indice dello strumento con il fondo scala (100%).
3. Commutare l'apparecchio su "misura", parlare nel microfono e leggere la percentuale di modulazione.
Il trasmettitore funziona correttamente quando la percentuale di modulazione è compresa tra l'80 e il 90%. La sensibilità dell'apparecchio è così elevata, che si possono misurare le percentuali di modulazione con un trasmettitore da 40 mW di potenza d'uscita. La corrente assorbita dalle batterie è molto ridotta (circa 6 mA), tuttavia la batteria si scarica con il passare del tempo. Pertanto è bene prendere l'abitudine di togliere la pila dall'apparecchio quando questo non viene utilizzato per lungo tempo, anche per evitare i danni provocati dalla eventuale fuoriuscita di sostanze dalla pila. Nel cap. 10 è descritto un alimentatore adatto per questo apparecchio. La foto 6 di Tavola 2 mostra l'apparecchio a costruzione ultimata.

8. Frequenzimetro

Qualche anno fa l'autocostruzione di un frequenzimetro ad 8 cifre con campo di misura da pochi Hz a 30 MHz era un'impresa impegnativa e piuttosto costosa. Al giorno d'oggi, invece, una costruzione di questo tipo non solo non presenta problemi, ma è anche economica.

8.1 A che cosa serve un frequenzimetro

Un frequenzimetro è uno strumento di misura di largo impiego. Con un frequenzimetro è possibile misurare la frequenza sulla quale trasmette il nostro ricetrasmettitore, la frequenza dell'oscillatore locale in ricezione e anche la frequenza dell'oscillatore di nota che impieghiamo per la chiamata generale.
Il frequenzimetro è anche uno strumento ideale per misurare con precisione la frequenza di qualunque generatore, BF o RF comperato o autocostruito. Altri impieghi sono:
• la misura della frequenza dell'oscillatore di premagnetizzazione nei registratori a cassette o a bobine;
• la misura della frequenza di rete;
• la misura del numero di giri di motori (ciclomotori, moto, auto); la frequenza misurata dev'essere divisa per il numero dei cilindri del motore, per ottenere il numero di giri al secondo (r.p.s.); questo numero, moltiplicato per 60 dà i giri per minuto primo (r.p.m.).
Il frequenzimetro presenta qualche difficoltà di costruzione, rispetto ai circuiti descritti finora.
Il lettore che ha già costruito con esito positivo uno o due dei cir-

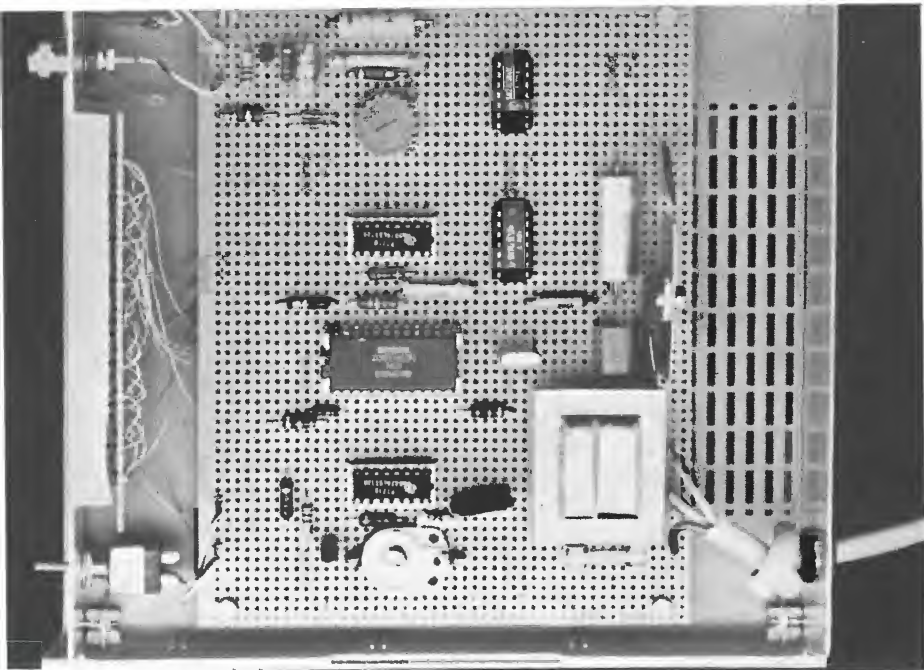



Foto 7: L'interno del frequenzimetro

Tavola 3

Foto 8: Così si presenta il frequenzimetro a costruzione ultimata

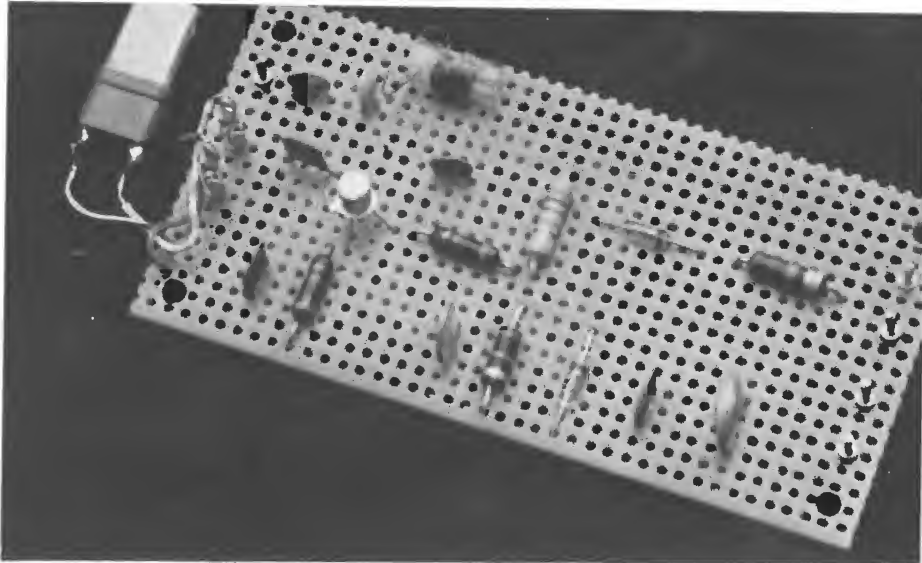



Foto 9: Il provaquarzi a componenti discreti

Tavola 4

Foto 10: L'alimentatore doppio

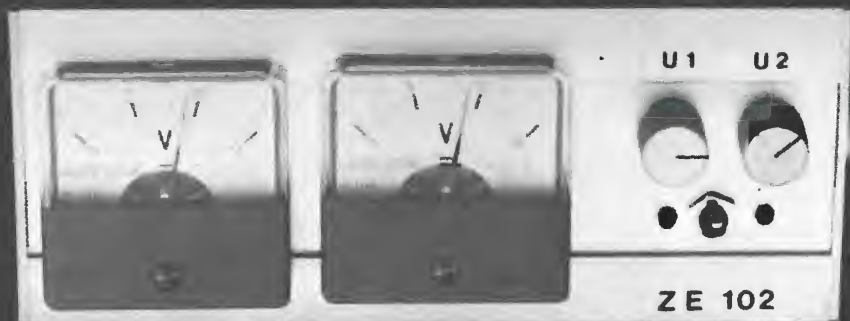
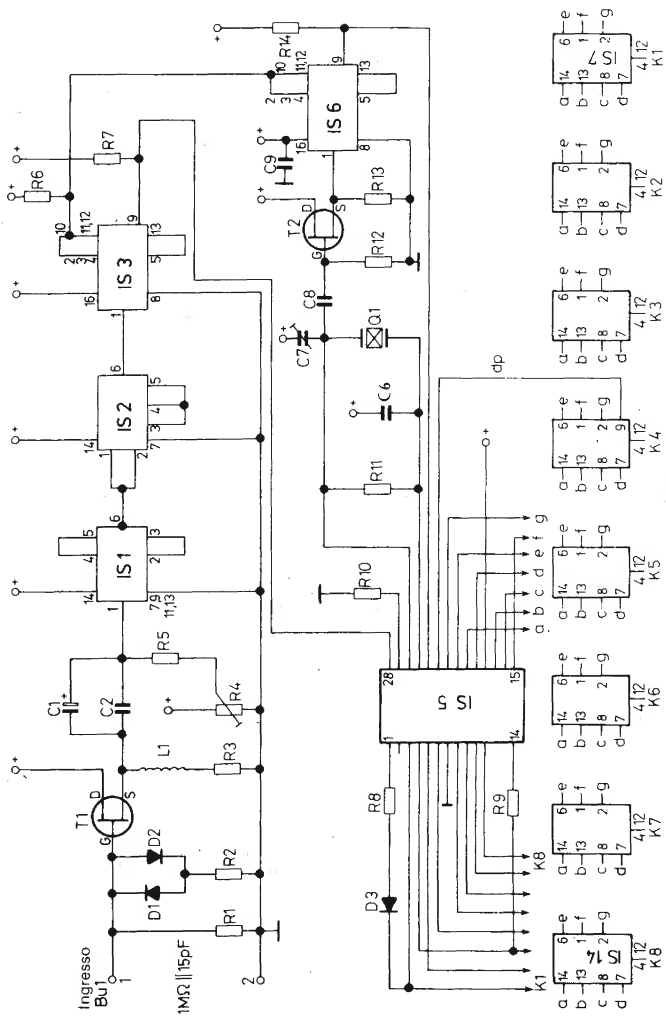
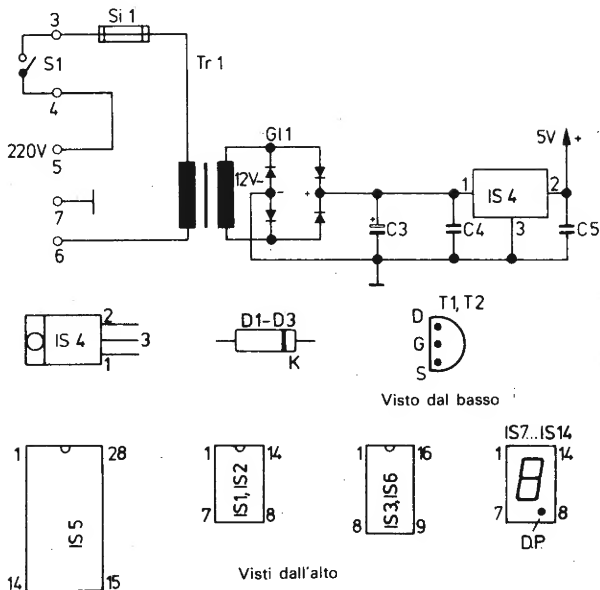



Fig. 8.1. Schema del frequenzimetro.

Elenco dei componenti di Fig. 8.1:

Bu1	Bocchettone BNC 50 Ω
C1	Condensatore elettrolitico 100 μF/6 V
C2	Condensatore ceramico 10 nF/30 V
C3	Condensatore elettrolitico 470 μF/25 V
C4, C5, C9	Condensatori ceramici 100 nF/30 V

C6	Condensatore ceramico 39 pF/30 V
C7	Compensatore 10...60 pF
C8	Condensatore ceramico 82 pF
D1-D3	Diodo al silicio BA 127 (Siemens) o equivalente
Gl1	Raddrizzatore a ponte B 30 C 250 (B 40 C 600)
IS1	Circuito integrato 74 LS 04 con zoccolo a 14 piedini
IS2	Circuito integrato 74 LS 132 con zoccolo a 14 piedini
IS3, IS6	Circuito integrato 74 LS 112 con zoccolo a 16 piedini
IS4	Regolatore di tensione integrato 7805 C con dissipatore in alluminio 50 × 40 × 1 mm
IS5	Circuito integrato ICM 7216 D (Intersil) con zoccolo a 28 piedini)
IS7-IS14	Display a 7 segmenti HA 10831 (Siemens) o eq. con zoccolo a 14 piedini
L1	Induttanza 100 μH
Q1	Quarzo 10 MHz

R1, R12	Resistore 1 MΩ, 1/8 W
R2	Resistore 47 Ω, 1/8 W
R3	Resistore 330 Ω, 1/8 W
R4	Trimmer 10 kΩ, 0,1 W, lineare
R5	Resistore 4,7 kΩ, 1/8 W
R6	Resistore 1 kΩ, 1/8 W
R7, R14	Resistore 3 kΩ, 1/8 W
R8, R9	Resistore 10 kΩ, 1/8 W
R10	Resistore 100 kΩ, 1/8 W
R11	Resistore 22 MΩ, 1/8 W
R13	Resistore 2,2 kΩ, 1/8 W
S1	Interruttore
Si1	Fusibile 0,05 AT con portafusibile per circuito stampato
T1, T2	Transistori FET BF 244 (Philips)
Tr1	Trasformatore (primario 220 V, secondario 12 v)
	Cavo tripolare lungo 2 m con spina
	7 ancoraggi
	Contenitore
	Basette perforate 160 × 125 mm e 100 × 25 mm

cuiti qui presentati, può avere successo anche questa volta, se lavora con sufficiente meticolosità e precisione.

8.2 Circuito e costruzione

Lo schema elettrico del frequenzimetro è riportato in Fig. 8.1. Lo stadio d'ingresso impiega il transistore ad effetto di campo T1. Esso lavora nella configurazione comune a drain e presenta pertanto un'elevata impedenza d'ingresso. La resistenza di carico di source è data dalla serie di L1 ed R3. Con C1 e C2 si preleva il segnale alternato e lo si fa giungere all'integrato IS1, che funge da porta NAND. La corretta soglia di intervento viene regolata tramite R4. L'integrato seguente, IS2 è un trigger di Schmitt, che dà all'uscita segnali netti. Con IS3, che contiene due flip flop JK, la frequenza del segnale in ingresso viene divisa per 4. Ciò avviene perché il vero contatore, che risiede in IS5 può contare fino a una frequenza massima di 10 MHz. Le frequenze dei canali CB sono tuttavia attorno ai 27 MHz. Per questo il segnale in ingresso viene

diviso in frequenza per 4. Quindi fino a frequenze di 40 MHz, il contatore avrà a che fare con frequenze inferiori ai 10 MHz. Per far sì che il contatore visualizzi la frequenza esatta, con questo procedimento, anche la frequenza di riferimento del contatore, che normalmente sarebbe di 10 MHz, dev'essere divisa per 4. Ciò si ottiene mediante IS6, che contiene flip flop JK.
La frequenza viene visualizzata tramite gli 8 display a sette segmenti da IS7 ad IS14. Le funzioni svolte dal contatore IS5 sono piuttosto complicate e in questa sede non ci interessano (per esempio viene impiegato il sistema multiplex). L'alimentatore è costituito dal trasformatore Tr1, dal raddrizzatore a ponte Gl1, dai condensatori di livellamento da C3 a C5 e dal regolatore di tensione a tre terminali IS4. Questo integrato fornisce in uscita 5 V, indipendentemente dalle variazioni della tensione al suo ingresso.
Per il montaggio del circuito impieghiamo due basette perforate, una di 160 × 125 mm (basetta principale) e l'altra di 100 × 25 mm (basetta per i display). La disposizione dei componenti nella basetta principale è mostrata in Fig. 8.2. I collegamenti vanno effettuati come si desume dallo schema elettrico di Fig. 8.1. A causa della grande quantità di collegamenti, uno schema di cablaggio sarebbe eccessivamente confuso. È consigliabile fare una crocetta con una matita su ogni collegamento di Fig. 8.1, dopo averlo eseguito. Alla fine del lavoro abbiamo così una buona possibilità di controllare se qualche collegamento non sia stato dimenticato.
Le foto 7 ed 8 di Tavola 3 mostrano le due basette alloggiate all'interno di un contenitore di dimensioni opportune.
Dopo la costruzione del circuito, si procede alla taratura. Il compensatore C7 va regolato in modo che le ultime tre cifre visualizzate siano 0 e che prima di esse compaia il punto decimale. Ora si collega il ricetrasmettitore CB come si vede in Fig. 8.3 e si regola il potenziometro (va bene anche un trimmer) per avere la massima tensione a radiofrequenza all'ingresso del frequenzimetro.

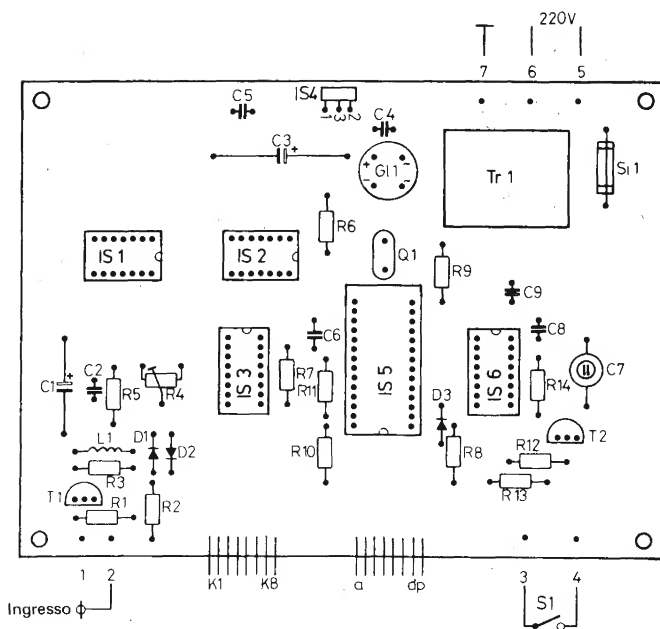
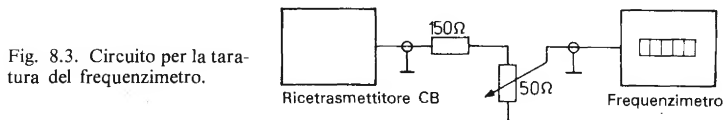



Fig. 8.2. Disposizione dei componenti del frequenzimetro sulla basetta.

Con R4 si regola il punto d'intervento del trigger di Schmitt in modo da poter leggere stabilmente la frequenza di trasmissione. In seguito si diminuisce gradatamente la tensione in ingresso con il trimmer da 50 Ω e si ripetono nuovamente tutte queste operazioni,

Fig. 8.3. Circuito per la taratura del frequenzimetro.

finché con una tensione d'ingresso più bassa possibile si ha una lettura della frequenza ancora stabile. La sensibilità dello strumento può raggiungere i seguenti valori:

Frequenza	Sensibilità
da 5 Hz a 10 MHz	Minore di 40 mV
da 5 Hz a 30 MHz	Minore di 130 mV

A questo punto si regola C7 in modo da poter leggere esattamente la frequenza di trasmissione fino alla quinta cifra, ossia fino al kHz. La tabella seguente dà le esatte frequenze dei canali CB.

Canale	Trasmissione (kHz)
1	26965
2	26975
3	26985
4	27005
5	27015
6	27025
7	27035
8	27055
9	27065
10	27075
11	27085
12	27105
13	27115
14	27125
15	27135

Canale	Trasmissione (kHz)
16	27155
17	27165
18	27175
19	27185
20	27205
21	27215
22	27225
23	27255

L'amplificatore che si trova all'ingresso del frequenzimetro può tollerare senza inconvenienti tensioni di ingresso fino a 3 V.

9. Provaquarzi

In certi casi è utile avere a disposizione un piccolo, semplice oscillatore di prova. Con esso si possono fare delle prove sui ricevitori CB, oppure provare anche quarzi per CB e per radiocomandi, in modo da giudicarne la qualità. Naturalmente al provaquarzi può essere collegata un'antenna, per aumentarne l'irradiazione durante le prove, quando ciò si rende necessario. È bene, tuttavia, che il generatore non venga collegato stabilmente all'antenna.

9.1 Versione a componenti discreti

Per l'hobbista elettronico è certamente conveniente costruire il provaquarzi con componenti discreti. Il relativo circuito è visibile

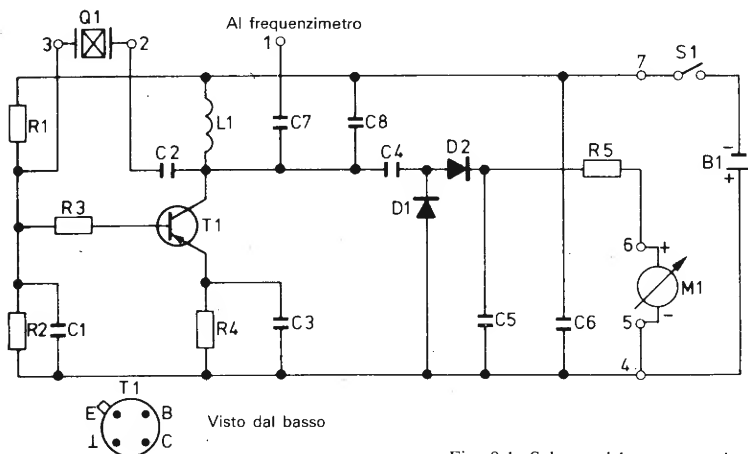



Fig. 9.1. Schema del provaquarzi.

Elenco dei componenti di Fig. 9.1:

B1	Pila 9 V con portapila
C1	Condensatore ceramico 16 pF/30 V
C2, C3, C5, C6	Condensatore ceramico 10 nF/30 V
C4	Condensatore ceramico 22 pF/30 V
C7, C8	Condensatore ceramico 10 pF/30 V
D1, D2	Diodi al germanio AA 116 (Siemens) o equivalenti
L1	Bobina 2,2 μH, 30 spire filo di rame ∅ 0,25 mm su supporto Trolitul ∅ 5 mm
M1	Microamperometro 100 μA f.s., per es. Wisometer 38
Q1	Quarzo per la CB con zoccolo HC 25 U
R1	Resistore 15 kΩ, 1/8 W
R2	Resistore 10 kΩ, 1/8 W
R3, R4	Reistore 1 kΩ 1/8 W
R5	Resistore 47 kΩ, 1/8 W
S1	Interruttore
T1	Transistore AF 139 (SGS) o AF 239 (Philips, Siemens, SGS)
	Basetta perforata 100 × 50 mm
	7 ancoraggi
	Filo per collegamenti

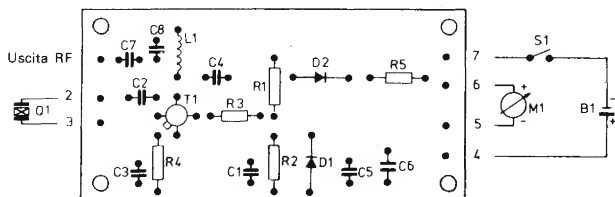



Fig. 9.2. Disposizione dei componenti del provaquarzi sulla basetta.

in Fig. 9.1. Il transistore T1 lavora nella configurazione ad emettitore comune; vi è una retroazione tra il collettore e la base attraverso C2 e il quarzo Q1, che determina la frequenza di oscillazione. R1 ed R2 polarizzano la base. C7 preleva una parte della tensione a radiofrequenza prodotta, che è applicata al capicorda 1, dove può venir misurata con un frequenzimetro. Per misurare l'ampiezza della tensione oscillante prodotta, mediante la quale si può giudicare la qualità del quarzo, è stato previsto un raddrizzatore, con relativo microamperometro.

Il circuito può essere costruito su una basetta perforata delle

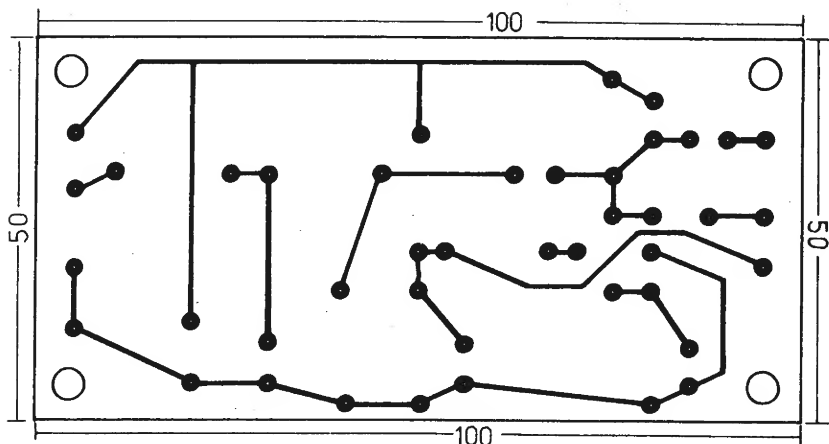



Fig. 9.3. Collegamenti del provaquarzi.

dimensioni di 100 × 50 mm. La disposizione dei componenti sulla basetta è mostrata in Fig. 9.2, mentre la Fig. 9.3 mostra le connessioni, da eseguire dal lato rame. La bobina L1 si può costruire in base ai dati riportati nell'elenco dei componenti. Dopo che il quarzo è stato inserito nel suo zoccolo, il provaquarzi incomincia ad oscillare. L'ampiezza della tensione a radiofrequenza prodotta dall'oscillatore viene visualizzata con M1. La deviazione subita dall'indice dello strumento dà un'indicazione relativa della bontà del quarzo: quanto maggiore è la derivazione dell'indice, tanto migliore è il quarzo. Se l'indice dello strumento, non si muove, significa che il quarzo è difettoso e non oscilla. Se si vuole provare un ricevitore per CB, si inserisce nello zoccolo del provaquarzi un quarzo che abbia frequenza uguale a quella del canale CB sul quale è sintonizzato il ricevitore. Si collegano poi all'uscita del provaquarzi e all'ingresso del ricevitore due spezzoni di filo. I due circuiti, quello del provaquarzi e quello del ricevitore, non vanno

mai collegati assieme. Il prototipo del provaquarzi è visibile in Foto 9 di Tavola 4.

9.2 Versione a circuito integrato

Questa seconda versione del provaquarzi non presenta particolari problemi. Il circuito può essere costruito in maniera molto compatta, cosicché può essere contenuto, a montaggio ultimato, in un pacchetto di sigarette, pila compresa.
Lo schema elettrico è visibile in Fig. 9.4. Il circuito integrato (vedere foto 1 di Tavola 1) contiene un oscillatore completo, al quale vanno collegati esternamente il quarzo Q1 e la pila B1. La tensione a radiofrequenza presente al piedino 13 giunge attraverso

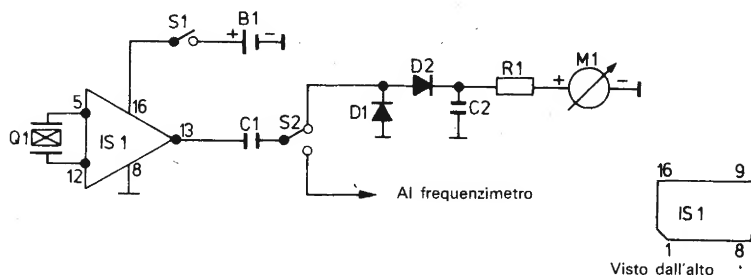



Fig. 9.4. Provaquarzi a circuito integrato.

Elenco dei componenti di Fig. 9.4:

B1	Pila 9 V con portapila
C1	Condensatore ceramico 10 pF/30 V
C2	Condensatore ceramico 10 nF/30 V
D1, D2	Diodi al germanio AA 116 (Siemens) o equivalenti
IS1	Circuito integrato ZE 1001 (Zierl Elektronik) con zoccolo a 16 piedini
M1	Microamperometro 100 μA f.s., per es. Wisometer 38
Q1	Quarzo per la CB con zoccolo HC 25 U
R1	Resistore 27 kΩ, 1/8 W
S1, S2	Deviatori 1 via, 2 posizioni
	Minuterie

C1 o al raddrizzatore per la prova della qualità del quarzo, o al frequenzimetro. Questo apparecchio si può impiegare per qualunque ricetrasmettitore o radiocomando operante nella banda degli 11 m.
Con questo circuito siamo quasi al termine della nostra carrellata nel mondo degli accessori per CB, che rendono interessante questa frequenza. Vogliamo concludere la parte pratica di questo libro con la descrizione di un alimentatore doppio.

10. Alimentatore doppio

La maggior parte dei circuiti presentati in questo libro è alimentata a pile. Questo trova la sua giustificazione nel fatto che soltanto in questo modo si possono avere a disposizione apparecchi facilmente maneggiabili e trasportabili, utilizzabili anche fuori casa. Se però questi apparecchi vengono usati in una stazione fissa, è bene poterli collegare ad un alimentatore, in quanto l'alimentazione prelevata dalla rete è molto più economica di un'alimentazione a pile. A prescindere dal suo impiego insieme agli apparecchi qui descritti, un alimentatore serve sempre all'hobbista elettronico; per questo il suo laboratorio non dovrebbe esserne sprovvisto.

10.1 Circuito

L'alimentatore è costituito da due sezioni indipendenti, ciascuna delle quali può erogare da 0 a 12 V con una corrente massima di 0,2 A. Se le due sezioni vengono collegate in serie, si può avere una tensione da 0 a 24 V con 0,2 A, mentre se esse vengono collegate in parallelo, la tensione erogata può variare da 0 a 12 V, con una corrente massima di 0,4 A.
La Fig. 10.1 mostra come il trasformatore di alimentazione possieda due secondari separati, collegati ciascuno a un raddrizzatore a ponte (Gl1, Gl2). C1 e C3 livellano la tensione raddrizzata, che giunge al collettore di T1. Questo transistore funziona da regolatore serie. La sua tensione di base può essere regolata con R 9, che in questo modo regola anche la tensione d'uscita. Il diodo LED D1 segnala se il transistore regolatore viene alimentato con

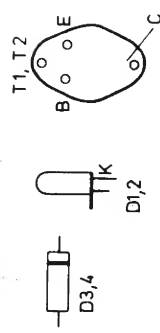
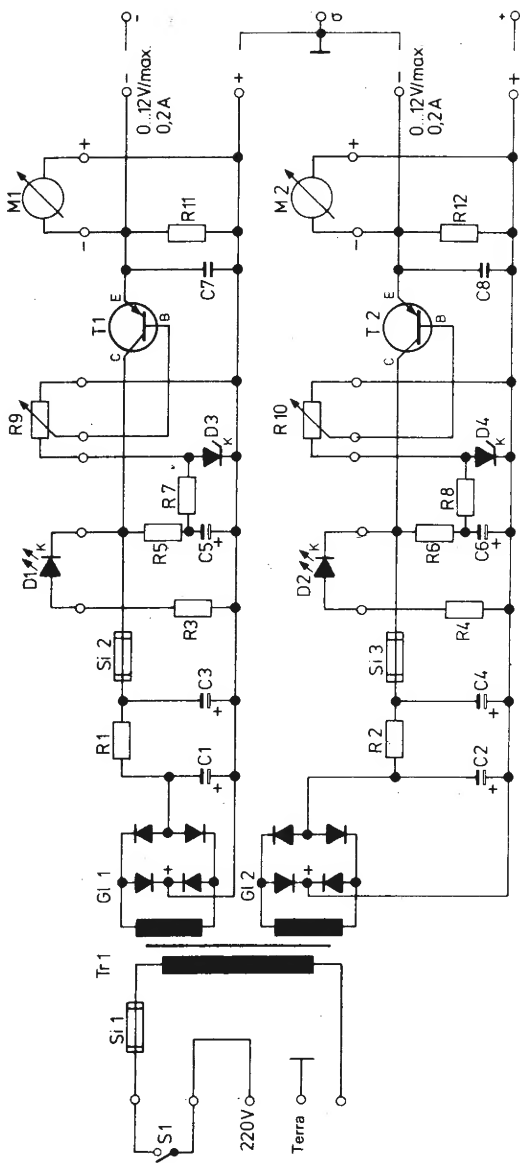



Fig. 10.1. Schema dell'alimentatore doppio.

Elenco dei componenti di Fig. 10.1:

C1, C2	Condensatori elettrolitici 470 μF/25 V
C3, C4	Condensatori elettrolitici 220 μF/25 V
C5, C6	Condensatori elettrolitici 470 μF/16 V
C7, C8	Condensatori ceramici 10 nF/30 V
D1, D2	Diodi LED rossi
D3, D4	Diodi Zener ZPD 13
Gl1, Gl2	Raddrizzatori a ponte B 30 C 250 (B 40 C 600)
M1, M2	Voltmetri 15 V f.s.
R1, R2	Resistori 6,8 Ω, 1/2 W
R3, R4	Resistori 680 Ω, 1/4 W
R5, R6	Resistori 180 Ω, 1/4 W
R7, R8	Resistori 120 Ω, 1/4 W
R9, R10	Potenziometri 1 kΩ, 0,1 W, lineari
R11, R12	Resistori 1 kΩ, 1/4 W
S1	Interruttore
Si1	Fusibile 0,1 A con portafusibile per circuito stampato
Si2, Si3	Fusibile 0,25 A con portafusibile per circuito stampato
T1, T2	Transistori PNP AD 130 o equivalenti
Tr1	Trasformatore EI 54, primario 220 V, sec. 2 × 15 V/0,2 A
	Basetta perforata
	Ancoraggi
	Filo per collegamenti
	Cavo lungo 2 m con spina
	Contenitore

la tensione all'uscita del raddrizzatore a ponte, ossia se il fusibile Si2, che protegge il transistore da eventuali sovraccarichi, non è interrotto.

10.2 Costruzione

Anche questo circuito può essere montato su una basetta perforata. Nel prototipo, visibile in foto 10 di Tavola 4, ne è stata impiegata una di dimensioni 120 × 80 mm. La costruzione dell'alimentatore non è assolutamente complicata. Bisogna porre una certa attenzione a che tutti i collegamenti del circuito che si trovano a tensione di rete siano eseguiti con filo bene isolato e che i punti a tensione di rete si trovino ad una distanza minima di 2 cm dalle altre parti del circuito a bassa tensione o della scatola metallica. I

transistori T1 e T2 vanno montati su un piccolo dissipatore di alluminio, di 45 × 45 × 2 mm, isolato tuttavia dal corpo del transistore; l'involucro metallico del transistore corrisponde infatti al terminale del collettore.

11. La portata delle stazioni CB

A complemento dei 10 capitoli precedenti, che si occupano della costruzione di accessori per l'hobby della CB, in questo capitolo parleremo della propagazione delle onde elettromagnetiche relative alle frequenze impiegate nelle trasmissioni CB. Questo argomento, che non tratta dell'autocostruzione di circuiti, è solo apparentemente slegato dal contesto generale del presente volume. Nel campo della ricezione a distanza i radioamatori sono stati dei pionieri e la loro attività ha avuto una grande importanza.
I radioamatori, nel loro hobby, tentano di ricevere trasmissioni il più possibile lontane, ossia di fare, come si dice nel loro gergo, un DX. La ricezione DX consiste nel captare, valendosi dei mezzi più o meno sofisticati a disposizione del radioamatore, le stazioni trasmittenti più lontane geograficamente. Allo scopo, oltre ad un certo bagaglio tecnico di nozioni, è necessaria anche una buona dose di intraprendenza, di fantasia e di pazienza. È indispensabile una conoscenza di base a livello elementare dei fenomeni riguardanti la propagazione delle onde elettromagnetiche nella gamma delle onde corte; nel nostro caso la porzione di gamma corrispondente alla CB è quella attorno agli 11 m.
Prima di occuparci dettagliatamente dei fenomeni di propagazione delle onde elettromagnetiche nella banda degli 11 m, vediamo come la gamma delle onde corte si colloca all'interno dello spettro delle onde elettromagnetiche. In Fig. 11.1 è visibile la suddivisione dello spettro delle frequenze da 0,1 a 1000 MHz nelle varie gamme destinate ai servizi di radio e telediffusione. Le onde lunghe e medie vengono utilizzate per servizi di radiodiffusione; vengono poi le onde corte, nelle quali è compresa anche la CB. Di questa gamma riparleremo tra poco. La gamma delle onde ultra-

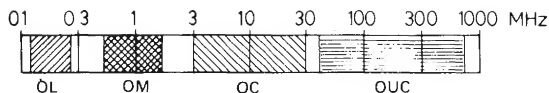



Fig. 11.1. Suddivisione dello spettro delle frequenze destinate alla radio e telediffusione.

corte si estende da 41 a 860 MHz e comprende cinque bande. Le bande I, III, IV e V sono utilizzate per i servizi di telediffusione, mentre la banda II serve per le trasmissioni FM (da 87,5 a 104 MHz).

La gamma delle onde corte da 3 a 30 MHz è a sua volta suddivisa in bande; esse sono utilizzate nei servizi di radiodiffusione, per le comunicazioni tra le navi, per la telegrafia, la navigazione, le trasmissioni telex, ecc.; tra l'altro vi sono anche bande riservate ai radioamatori. Tutte le bande di frequenza riservate ai radioamatori nell'ambito delle onde corte sono mostrate in Fig. 11.2. Non esamineremo in dettaglio le singole bande, ma accentueremo invece il nostro interesse sulla CB, che si estende da 26,965 MHz a 27,255 MHz. Osservando la Fig. 11.1 si nota come la banda degli 11 m si trovi all'incirca al centro dello spettro di frequenze. Gli 11 m hanno infatti caratteristiche intermedie tra quelle delle onde lunghe e medie e quelle delle onde ultracorte. La ricezione in onde lunghe e medie avviene praticamente soltanto grazie alle onde dirette. Le onde radio, in queste gamme (la loro lunghezza, da 200 a 2000 m è relativamente elevata) seguono la curvatura terrestre. Le distanze coperte dai trasmettitori variano tra 100 km (OM) e 1000 km (OL). La propagazione delle onde ultracorte, invece,

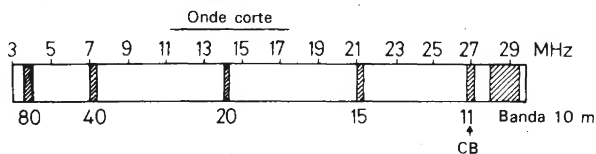



Fig. 11.2. Bande di frequenza riservate ai radioamatori.

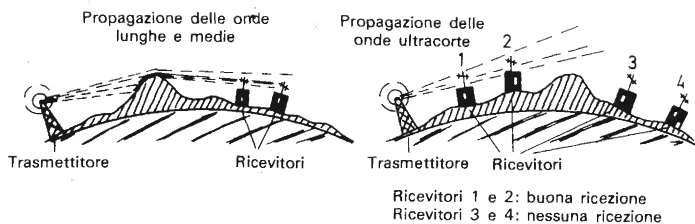



Fig. 11.3. Propagazione delle onde medie, lunghe ed ultracorte.

avviene esclusivamente in linea retta. Queste onde (da 0,35 a 7 m) hanno caratteristiche di propagazione simili a quelle della luce; esse si propagano cioè secondo una traiettoria rettilinea e non riescono a superare "piccoli" ostacoli, come case o montagne; non seguono, a maggior ragione, nemmeno la curvatura terrestre. La portata di un trasmettitore in questa gamma varia dai 50 ai 100 km. La Fig. 11.3 illustra chiaramente il diverso modo di propagazione di questi due tipi di onde.
Le onde medie e lunghe possono superare grandi distanze anche se sul loro cammino sono presenti ostacoli notevoli. La ricezione delle onde ultracorte è generalmente possibile solo quando il ricevitore "può vedere" il trasmettitore, ossia vi è contatto ottico tra le due antenne (le nubi e la nebbia impediscono tuttavia un vero e proprio contatto ottico tra due punti).

11.1 La ionosfera

Le onde corte sono tipicamente soggette al fenomeno della riflessione. È questo un fenomeno che, con minore entità, si registra anche in altre gamme dove, però, non dà un grande contributo alla propagazione. Osserviamo la Fig. 11.4: si vede come è possibile la ricezione a grande distanza dovuta alla propagazione. Anche nella CB si ha una propagazione in linea retta, analoga alla propagazione delle onde ultracorte. Per effettuare un buon colle-

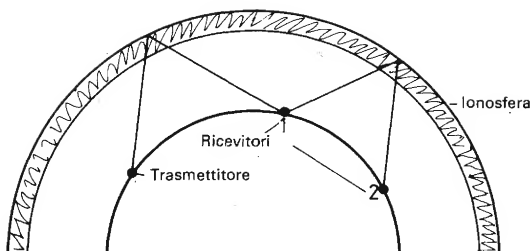



Fig. 11.4. Riflessione delle onde corte.

gamento radio tra due stazioni è quindi vantaggioso un contatto ottico. A causa della bassa potenza dei trasmettitori CB, la portata è allora limitata a pochi chilometri. La propagazione parallela alla superficie terrestre dà luogo a perdite di segnale troppo elevate. Siccome nelle trasmissioni CB è possibile usare solo antenne a caratteristica omnidirezionale, le onde elettromagnetiche si dipartono dall'antenna uniformemente in tutte le direzioni e naturalmente anche verso l'alto, ossia obliquamente rispetto alla superficie terrestre. Ad un'altezza variabile dai 200 ai 400 km, al di sopra della superficie terrestre, le onde elettromagnetiche irradiate verso l'alto incontrano la ionosfera, o meglio lo strato F_2 della ionosfera. Come si può intuire dal nome, questa parte dell'atmosfera è costituita principalmente da ioni e da elettroni liberi. Questo avviene perché il sole emette radiazioni ultraviolette ad alta energia: esse vanno a ionizzare lo strato F_2, relativamente sottile, che si trova a quell'altezza. Lo strato F_2 ha la caratteristica di riflettere le onde elettromagnetiche impiegate nelle comunicazioni CB. La Fig. 11.4 mostra come le onde elettromagnetiche riflesse dallo strato F_2, ritornino sulla terra. La stazione ricevente contrassegnata con 1 può ricevere la trasmissione perfettamente. La distanza tra il trasmettitore ed il ricevitore è di ben 2000 km. Il fenomeno della propagazione a grande distanza non è però tutto qui.

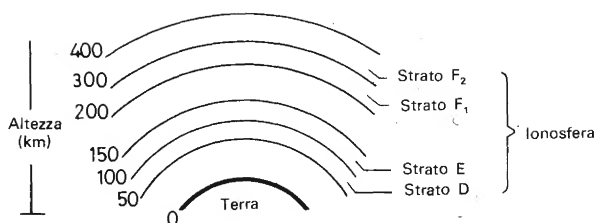



Fig. 11.5. Composizione della ionosfera.

Le onde elettromagnetiche riflesse una volta dalla ionosfera, quando ritornano a incidere sulla superficie terrestre, vengono da essa riflesse (soprattutto se in quel punto vi è uno specchio d'acqua) e inviate nuovamente nella ionosfera. Questo fenomeno si può ripetere anche due o tre volte, finché le onde non hanno coperto addirittura un intero emisfero terrestre. La composizione della ionosfera è mostrata in Fig. 11.5.
È la propagazione dovuta a riflessione multipla il fenomeno che rende possibile il contatto radio ad esempio tra un CB dell'Europa centrale e un suo collega statunitense, britannico o svedese. Il presupposto per un contatto radio di questo genere, è, oltre ad una buona antenna, un'opportuna composizione della ionosfera.
Come già abbiamo visto, la ionosfera viene generata dall'irradiazione solare; le caratteristiche della ionosfera dipendono quindi essenzialmente dall'attività solare relativa ad un dato periodo. Tutto ciò implica la possibilità, forse inaspettata per molti lettori, delle previsioni dei periodi nei quali la propagazione è più favorevole.

11.2 Le previsioni della propagazione

Le maggiori variazioni dell'irradiazione solare in una data località si hanno ovviamente a causa del movimento di rotazione della

terra attorno al proprio asse. L'irradiazione maggiore si ha a mezzogiorno, quando i raggi solari sono quasi perpendicolari alla superficie terrestre; le onde elettromagnetiche vengono riflesse meglio in questa parte della giornata. Dopo il tramonto non vengono più prodotti nuovi ioni. Da mezzogiorno al tramonto gli ioni si ricombinano tra di loro e il loro numero inizia a diminuire; il giorno seguente, al sorgere del sole, la composizione della ionosfera è di nuovo cambiata e il ciclo ricomincia da capo.
La composizione dell'atmosfera migliora nel corso della giornata e raggiunge il suo massimo al tramonto. Da allora la sua qualità diminuisce, e raggiunge il minimo poco prima del sorgere del sole. Tuttavia le perdite negli strati più elevati dell'atmosfera sono particolarmente ridotte nelle ultime ore della notte e nelle prime ore del mattino, cosicché si hanno condizioni favorevoli alla ricezione a grande distanza. La ricezione DX è e rimane un fenomeno che può essere ottenuto solo per tentativi.
Alle variazioni giornaliere delle caratteristiche dello strato ionosferico, si aggiungono anche le variazioni stagionali. L'irradiazione solare è maggiore in estate nell'emisfero boreale e in inverno nell'emisfero australe. L'autunno e la primavera danno luogo alla maggiore irradiazione delle zone equatoriali.
Questi fenomeni provocano notevoli mutamenti nella costituzione della ionosfera ed in ogni caso vale la pena di controllare di persona, con un po' di pazienza e di spirito di osservazione, il loro andamento.
Mettendosi poi in contatto con altri CB altrettanto interessati a queste ricerche, si possono compilare delle carte che illustrano le zone di ricezione e la propagazione favorevole con determinate regioni geografiche; in tal modo è possibile prevedere con quali regioni, in un dato periodo dell'anno, è "aperto" il collegamento DX. In questo campo c'è molto da imparare dai radioamatori, che possono vantare nelle loro file dei veri esperti di previsioni della propagazione.
Il fenomeno più importante che contribuisce alle variazioni

annuali della costituzione dell'atmosfera è dato dalle macchie solari. Vediamo che cosa sono.
Le macchie solari sono delle zone scure sulla superficie del sole; esse sono visibili anche ad occhio nudo, impiegando ovviamente degli appositi filtri. Fisicamente si tratta di zone nelle quali l'attività solare è maggiore. Queste zone danno luogo ad un'irradiazione notevole e molto intensa.
Questa irradiazione comporta un aumento nelle caratteristiche riflettenti dello strato ionizzato F_2. Altri tipi di attività solari, come ad esempio le eruzioni sulla superficie del Sole, invece, hanno effetto contrario sugli strati ionizzati e disturbano fortemente la ricezione delle onde corte. L'attività delle macchie solari viene espressa mediante un numero, detto "numero relativo di macchie solari". Se questo numero è basso, lo strato F_2 non è ben distinto dagli altri e pertanto le condizioni per un DX non sono favorevoli. Se invece il numero relativo di macchie solari è elevato, tutti i radioamatori, gli SWL ed i CB (ma anche gli operatori radio a bordo delle navi) si rallegrano, perché le condizioni di propagazione sono favorevoli. Il cambiamento dell'attività delle macchie solari avviene piuttosto regolarmente con un ciclo di 11 anni. In questo periodo (1980) il numero relativo di macchie solari è abbastanza elevato, e le condizioni per i DX sono favorevoli.
Siamo così giunti alla fine del volume. La costruzione di uno o più degli apparecchi qui descritti ci farà constatare con soddisfazione non solo che la nostra attività ha prodotto qualcosa di utile, ma anche che l'elettronica può essere un grande divertimento. Proprio con l'augurio di divertirsi nella costruzione dei circuiti qui presentati e nella ricezione DX voglio concludere, con i migliori 73 e 51.

Guida all'acquisto

Tutti i componenti standard (diodi, transistori, integrati TTL, tubi indicatori numerici, etc.) citati nel testo sono reperibili presso i 128 punti di vendita della GBC in Italia.
Per facilitare la ricerca degli altri componenti, elenchiamo di seguito gli indirizzi dei distributori italiani delle ditte produttrici, dai quali si possono avere informazioni riguardo ai dettaglianti presenti nelle varie città.

Intersil
È rappresentata in Italia dalla
Auriema Italia srl, via Domenichino 19, 20149 Milano

Siemens Elettra Spa
via Fabio Filzi 29, 20124 Milano

Alcuni IC sono costruiti e venduti da
Zierl-Elektronik
Rottenburger Straße 58, 8301 Langquaid, Germania occidentale

Raccolta di formule usuali

Legge di Ohm (per correnti continue)

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

I corrente in ampere
R resistenza in ohm
V tensione in volt

Potenza

$$P = V \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$$

P potenza in watt

Collegamento in serie di resistenze

$$R = R1 + R2 + \cdots + Rn$$

Collegamento in parallelo di resistenze

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \cdots + \frac{1}{Rn}$$

Collegamento in serie di condensatori

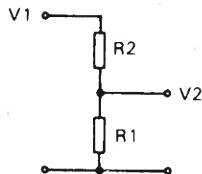
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \cdots + \frac{1}{Cn}$$

C capacità in farad

Collegamento in parallelo di condensatori

$$C = C1 + C2 + \cdots + Cn$$

Partitore di tensione

$$V2 \doteq \frac{R1}{R1 + R2} V1$$

Reattanza di un condensatore in corrente alternata

$$X_C = \frac{1}{6{,}28 \cdot f \cdot C}$$

X_C reattanza in ohm

f frequenza in hertz

Circuito oscillante

$$f_o = \frac{1}{6{,}28 \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

L induttanza in henry

λ lunghezza d'onda in metri

$$c = \lambda \cdot f = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = \text{velocità della luce}$$

Condensatore d'accoppiamento in un preamplificatore

$$C = \frac{1}{6{,}28 \cdot f \cdot R}$$

f frequenza minima da amplificare in hertz

R impedenza d'ingresso del prossimo stadio in ohm

Rendimento di uno stadio finale

$$N = \frac{100 \cdot P_o}{P}$$

N rendimento percentuale

P_o potenza del segnale in uscita in watt

P potenza d'ingresso in c.c. in watt

Resistenza di un conduttore

$$R = \frac{\varrho \cdot l}{A}$$

$$l = \frac{R \cdot A}{\varrho}$$

R resistenza in ohm

l lunghezza in metri

A sezione in mm^2

ϱ resistenza specifica in $\Omega \cdot mm^2/m$ (per il rame = 0,0175)

Indice analitico

biblioteca tascabile elettronica

franco muzzio & c. editore

CODICE DEI COLORI DEI RESISTORI TUBOLARI

striscia 1	striscia 2	striscia 3	striscia 4
0	0	.0	
1	1	0	
2	2	00	±2%
3	3	000	
4	4	0 000	
5	5	00 000	
6	6	000 000	
7	7		
8	8	:10	±5%
9	9	:100	

striscia 1	striscia 2	striscia 3	striscia 4	striscia 5
0	0	0	.0	
1	1	1	0	±1%
2	2	2	00	±2%
3	3	3	000	
4	4	4	0 000	
5	5	5	00 000	±0,5%
6	6	6	000 000	±0,25%
7	7	7		±0,1%
8	8	8	:10	
9	9	9	:100	

Unità di misura dell'elettrotecnica

Grandezza	*Nome*	*Simbolo*
Capacità elettrica	farad	F
Densità di flusso magnetico	tesla	T
Flusso magnetico	weber	Wb
Frequenza	hertz	Hz
Impedenza elettrica	siemens	S
Induttanza	henry	H
Intensità di campo elettrico	volt/metro	V/m
Intensità di campo magnetico	ampere/metro	A/m
Potenza	watt	W
Quantità di elettricità	coulomb	C
Resistenza elettrica	ohm	Ω
Tensione elettrica	volt	V

Prefissi usati per le unità di misura nel SI

Nome	*Simbolo*	*Moltiplica per*
esa-	E-	10^{18}
peta-	P-	10^{15}
tera-	T-	10^{12}
giga-	G-	10^{9}
mega-	M-	10^{6}
chilo-	k-	10^{3}
etto-	h-	10^{2}
deca-	da-	10
deci-	d-	10^{-1}
centi-	c-	10^{-2}
milli-	m-	10^{-3}
micro-	μ-	10^{-6}
nano-	n-	10^{-9}
pico-	p-	10^{-12}
femto-	f-	10^{-15}
atto-	a-	10^{-18}

circuiti per gli amatori CB

Il numero degli amatori CB aumenta di giorno in giorno, e sempre più molteplici si rivelano i campi di applicazione delle trasmissioni in *Citizen Band*, dal tempo libero (regate, competizioni ciclistiche e motociclistiche, rallies, passeggiate, scalate, ecc.) a varie attività lavorative (nei cantieri edili, nella posa in opera di cavi, nell'installazione di antenne, ecc.). Questo libro presenta dei circuiti e ne descrive la costruzione, introducendo senza sforzi il lettore nel retroterra tecnico della CB, in modo che esso possa così dedicarsi al proprio hobby con maggiore competenza e quindi maggiore divertimento.

biblioteca tascabile elettronica

1 *Hanns-Peter Siebert* Elettronica e fotografia
2 *Richard Zierl* Come si lavora con i transistor: la commutazione
3 *Heinrich Stöckle* Come si costruisce un circuito elettronico
4 *Heinz Richter* Come si lavora con i fotoelementi
5 *Richard Zierl* Come si costruisce un ricevitore radio
6 *Richard Zierl* Come si lavora con i transistor: l'amplificazione
7 *Helmut Tünker* Strumenti musicali elettronici
8 *Heinrich Stöckle* Strumenti di misura e di verifica
9 *Heinrich Stöckle* Come si costruisce un sistema d'allarme
10 *Hanns-Peter Siebert* Verifiche e misure elettroniche
11 *Richard Zierl* Come si costruisce un amplificatore audio
12 *Waldemar Baitinger* Come si costruisce un tester
13 *Henning Gamlich* Come si lavora con i tiristori
14 *Richard Zierl* Come si costruisce un telecomando elettronico
15 *Hans Joachim Müller* Come si usa il calcolatore tascabile
16 *Karl-Heinz Biebersdorf* Circuiti dell'elettronica digitale
17 *Frahm/Kort* Come si costruisce un diffusore acustico
18 *Waldemar Baitinger* Come si costruisce un alimentatore
19 *Heinrich Stöckle* Come si lavora con i circuiti integrati
20 *Heinrich Stöckle* Come si costruisce un termometro elettronico
21 *Richard Zierl* Come si costruisce un mixer
22 *Richard Zierl* Come si costruisce un ricevitore FM
23 *Friedhelm Schiersching* Effetti sonori per il ferromodellismo
24 *Heinrich Stöckle* Come si lavora con gli amplificatori operazionali
25 *Friedhelm Schiersching* Telecomandi a infrarossi per il ferromodellismo
26 *Richard Zierl* Strumenti elettronici per l'audiofilo
27 *Ernst Löchner* Come si lavora con i relè
28 *Friedhelm Schiersching* Effetti luminosi per i plastici
29 *Karl-Heinz Biebersdorf* Come si costruisce un circuito digitale
30 *Hans-Dieter Ernst* Ricezione televisiva a distanza
31 *Richard Zierl* Circuiti per gli amatori CB

L. 3.600 (...)

ISBN 88-7021-140-